

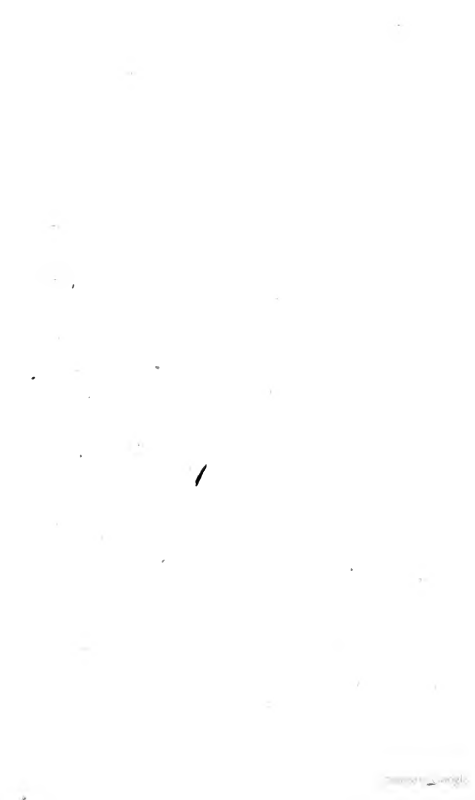
17.

586



107
31

B. Prov.
III
1541.



613246

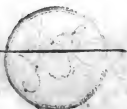
ISTITUZIONI
DI
FISICA SPERIMENTALE

DI
GABRIELE FERGOLA

PROFESSORE DI ASTRONOMIA NELLA REGIA
UNIVERSITA' DI NAPOLI

Suppl. 2.
SECONDA EDIZIONE

VOLUME QUARTO



NAPOLI
DALLA TIPOGRAFIA DEL SEBETO
—
1844

*Le copie non munite della qui sotto segnata firma
saranno in contravvenzione.*

S. Fregola

ISTITUZIONI

DI

FISICA SPERIMENTALE

LIBRO DECIMO

DELLE SOSTANZE SEMPLICI PONDERABILI, CHE
SI DEBBONO CONOSCERE PER ESIBIRE LE
SPIEGAZIONI DI MOLTI FENOMENI NATURALI.

C A P. I.

NOZIONI PRELIMINARI.



§. 1109. **M**olti fenomeni naturali vengono prodotti dalle affinità scambievoli delle sostanze semplici ponderabili, che trovandosi nello stato di combinazione in differenti corpi ne son ridotte in fluidi aeriformi dall'azione del calore; e quindi esse abbandonando talvolta una porzione del calorico, che in tale stato le mantiene, si combinano e si fissano in quei corpi, coi quali hanno una qualche affinità. Ma quelli di tali fenomeni, che debbono interessare un Fisico, ne son pro-

dotti dalle affinità scambievoli di alcune sostanze, la cui esistenza, le proprietà, che le competono, ed i fenomeni, che manifestano, non si possono altrimenti rilevare, che per mezzo di esatti ed accurati esperimenti. Prima però di rapportare tali sperienze, convien esporre donde si abbiano certe sostanze, da cui quei fluidi aeriformi si possono ottenere.

§. 1110. Dalle sostanze animali, da alcuni vegetabili, e da parecchi minerali si ottiene una certa sostanza solida di color giallo citrino, fragile, suscettibile di bruciare con fiamma azzurra, di esalare un odor soffocante nell'atto della combustione, e di divenire elettrica per mezzo dello stropicciamento. Tale sostanza è quella, che vien distinta col nome di *zolfo*. Essa nei corpi, da cui si ottiene, si trova combinata ad altre sostanze, ma si rinviene naturalmente pura nella solfatara presso Pozzuoli, nell'Isola di Vulcano, nella Guadalupa, nello stato Pontificio, ec. Il perchè potendo avvalerci di quello, che la Natura ci offre nello stato di purità, rimettiamo ai Chimici l'esposizione dei mezzi, onde lo zolfo si estrae da quei corpi, che lo contengono.

§. 1111. Quella sostanza, che in commercio si distingue col nome di *nitro* o di *salnitro*, e che dai Chimici vien denominata *nitrato di potassa*, è abbondante in Natura. Essa si rinviene in luoghi bassi e difesi dal sole, specialmente quando son volti a settentrione, ed esposti all'emanazioni di animali viventi, o di sostanze organiche, le quali subiscono una lenta e spontanea decomposizione. Si vede talvolta formare una specie di efflorescenza sulle pareti delle stalle, delle cantine, ec. Si ottiene ancora da alcuni vege-

tabili, e si vede spontaneamente nascere sul suolo in alcune provincie dell'India e della Spagna. Essa però nello stato, in cui la Natura la presenta, trovasi sempre combinata con altre sostanze, da cui se ne separa agevolmente nel seguente modo.

§. 1112. Si pone il nitrato di potassa ben triturato in tini di legno, o in altri vasi adattati, e vi si versa sopra un quinto del suo peso di acqua fredda. Di poi si agita ben bene il miscuglio, e si lascia riposare in quei vasi. A capo di sei o sette ore l'acqua, che ha disciolte almeno in parte le sostanze, cui il nitrato di potassa trovavasi unito, si evacua, e ad essa si sostituisce altra acqua fredda, ch'è metà della prima; si agita il miscuglio, e poi si lascia riposare. A capo di un'ora si scola la seconda acqua, e se ne versa una terza porzione, che è metà della seconda. Si agita il miscuglio, e si lascia riposare per pochi istanti. Di poi si evacua la terza acqua, e'l nitrato di potassa, che si ottiene, si scioglie in tanta acqua bollente, che in peso è metà del nitro ottenuto, e l'acqua si lascia evaporare in vasi adattati. In tal modo si ottiene il nitro cristallizzato in forme regolari, ed assai puro per gli usi delle arti. Che se poi vogliasi anche più puro, si fa di nuovo disciogliere quello, che si è ottenuto, in una mediocre quantità di acqua, e di poi si fa cristallizzare lentamente.

§. 1113. Dallo zolfo e dal nitrato di potassa si forma un liquido, che chiamasi *acido solforico* e l'insieme di altri risultamenti: e dall'acido solforico col nitro si forma un altro acido, che dicesi *nitrico*. Questi due acidi sono due poderosi reattivi (§. 766.), che bisognano per rileva-

re l'esistenza di alcune sostanze nei corpi composti. Il primo di essi si forma nel seguente modo.

§. 1114. Si rivestono di lamine di piombo le pareti, il soffitto, e 'l pavimento di una stanza. il cui suolo si copre di uno strato di acqua, ed essa si ponga in comunicazione con un cammino, sotto al quale si brucia un miscuglio, che contiene una certa quantità di zolfo coll'ottava parte del peso di questo di nitrato di potassa. I vapori, che si sollevano da tal combustione, introducendosi a traverso del cammino entro la stanza, cedono alle pareti di questa, che sono ad una temperatura alquanto bassa, una porzione del calorico, che in istato di fluido elastico li mantiene. Onde essi si riducono ad un liquido, che è *acido solforico*, non abbastanza puro pei bisogni delle arti, nè abbastanza concentrato per gli usi, che in appresso saranno indicati. In tanto, affin di avere l'acido solforico nello stato di purità, ed assai concentrato, il liquido, che si è ottenuto, si pone in caldaje di piombo, ove se gli fa perdere per evaporizzazione l'acqua soprabbondante. Di poi si versa l'acido solforico in storte di vetro, le quali si pongono entro ad altri vasi di maggior capacità, e lo spazio contenuto tra ciascun vase e la storta immersavi si riempie di arena. Onde applicando questi apparecchi sopra il fuoco di opportuni fornelli, si fa svaporare l'altra porzione di acqua, fino a che l'acido n'è talmente concentrato, che non può bollire ad una temperatura minore di 144 gradi del termometro centigrado. Di poi si spegne il fuoco nei fornelli, o si tolgono da questi gli apparecchi che contengono l'acido solforico: si fanno raffreddare le storte, e l'acido si versa in vasi di vetro grandi e so-

lidi, che diconsi *damigiane*. In tale stato esso si pone in commercio, ed è atto pei bisogni delle arti, ma non abbastanza puro per quelle operazioni, che in appresso saranno indicate; poichè contiene sempre disciolte alcune particelle di piombo, e di altre sostanze, che se ne tolgono per mezzo della distillazione. L'acido solforico nel detto modo purificato è un liquido senza colore e senza odore, di consistenza oleosa, e di cui la gravità specifica sta a quella dell'acqua nella ragione di 1, 84 ad 1.

§. 1115. Il secondo degli acidi quassù nominati si forma nel seguente modo. Si mescoli in una storta, o bottiglia una quantità di nitro colla metà del suo peso di acido solforico allungato con un poco di acqua. Di poi al collo della storta vi si adatti il tubo a tre rami (*fig. 1.*) ABEF GHKCD, che dicesi *tubo di sicurezza*, tal che il ramo AL cada verticalmente dentro la storta o bottiglia, ma si trovi al di sopra del miscuglio contenuto in essa, e l'altro ramo CD cada pure verticalmente nell'acqua posta in una bottiglia a doppio collo immergendovisi fin presso al fondo, mentre nel terzo tubo EFGH si contenga tal quantità di acqua, che giunga col suo livello fin presso al centro della sfera F. In oltre all'altro collo della prima bottiglia siavi adattato un semplice tubo ricurvo, di cui una estremità sia al di sopra dell'acqua della prima bottiglia, e l'altra cada nell'acqua di una seconda bottiglia a doppio collo, immergendovisi fin presso al fondo: e similmente sienvi altre bottiglie. Si lutino le giunture del descritto apparecchio, e sotto alla storta si ponga il fuoco. Il fluido elastico, che per l'azione del calore somministrato alla storta

si svolge dal miscuglio di nitro, acido solforico, ed acqua, volatilizzandosi nel collo della storta, e traversando il contiguo tubo ricurvo ALB, si spingerà parte pel ramo BE, e parte pel ramo BC. Onde aumentandosi la pressione sulla superficie F dell'acqua; questa si dovrà deprimere nel ramo FG, e si aumenterà l'altezza di essa nel tubo GK. Che se quella pressione sia tale, che giunga a deprimere il livello dall'acqua nel tubo EFG infino al punto G, una porzione dell'aria, o l'aria ed una porzione del gas, che si sviluppa, passandone a traverso dell'acqua (§. 228.), s'involerà nell'atmosfera. Ma poichè la porzione di fluido elastico, che dirigesì pel tubo BC ne spinge l'aria in questo contenuta, e facendole traversare l'acqua della prima bottiglia, la fa montare al di sopra di questa, ed un tal fluido ne viene assorbito dall'acqua medesima, fino a che questa di esso fluido ne resta saturata. e così pure avviene nella seconda bottiglia, nella terza, ec.; egli è chiaro, che dopo un certo tempo, essendo tutto l'apparecchio ad una data temperatura, la pressione dell'aria esteriore sull'acqua FGH dovrà pareggiare la pressione, che il fluido elastico esercita sull'acqua medesima. Or se tolgasi il fuoco da sotto alla storta, essa si raffredda a poco a poco, ed a poco a poco diminuisce pure la pressione del fluido elastico sulla superficie del liquido contenuto nella stessa bottiglia, e sulla superficie F dell'acqua FGH. Il perchè quantunque si renda preponderante la pressione del fluido elastico sulla superficie dei liquidi contenuti nelle altre bottiglie; pur non di meno, a cagione delle prevalenti pressioni, il liquido di una bottiglia non può passare nella

precedente bottiglia a traverso del tubo ricurvo ; poichè l'aria esteriore premendo la superficie H dell'acqua la farà discendere insino a G, e quindi traversando l'acqua HGF (§. 228.) ristabilirà l'equilibrio tra la pressione atmosferica e la pressione, che si fa sui liquidi delle altre bottiglie. Or facendo raffreddare a poco a poco l'apparecchio, si riuniscono tutti i prodotti liquidi contenuti in quelle bottiglie, che sono più o meno coloriti in giallo o in rosso, ed essi s'introducano in una storta, e si sottopongano ad una seconda distillazione. Le prime porzioni del liquido, che si ottiene da questa seconda distillazione, contengono l'acido nitrico coll'acqua eccedente, che vi era unita, ed una quantità più o meno grande di un altro acido, che si contiene nel nitro. Ma la seconda porzione del liquido distillato è l'acido nitrico sufficientemente puro ; mentre le ultime sogliono contenere un poco di acido solforico.

§. 1116. L'acido nitrico è un liquido senza colore, trasparente come l'acqua, ed a contatto dell'aria esala un vapore bianco ed acido, che brucia e corrode la più gran parte dei corpi, colorando in giallo la pelle e le altre sostanze animali. La gravità specifica dell'acido nitrico sta a quella dell'acqua nella ragione di 14 o 15 a 10, secondo che contiene maggiore o minore quantità di acqua, che non si è giunto finora a separarnela intieramente.

§. 1117. *Def. I.* Quei fluidi elastici, che non si convertono in liquidi, o che vi si convertono per mezzo di enormi pressioni, o quando si raffreddano per moltissimi gradi sotto quello della congelazione dell'acqua, o per mezzo di ambe-

due queste cose, si dicono *fluidi elastici permanenti*, ovvero *gas*.

§. 1118. *Scol. I.* Affinchè i fluidi elastici permanenti, che differiscono dall'aria atmosferica, si possano agevolmente raccogliere, convien che si abbia (*fig. 2 n.º 1.º*) un tino IK di metallo, di marmo, o di legno foderato con lamina di piombo, che nella parte inferiore e ad una convenevole distanza dal fondo sia traversato da una tavola H, la quale abbia nel mezzo un foro di tale ampiezza, che vi si possa introdurre l'estremità del collo di una storta ABDG; o quella di un tubo ricurvo DG, che abbia l'altro estremo avvitato al collo di una bottiglia A, ove si pongono quei corpi, da cui per le di loro scambievoli affinità, o altrimenti, si sviluppano i gas. Or poichè dei gas, che in seguito saranno esaminati, ve ne sono alcuni, che non si combinano coll'acqua qualora la traversano, ed altri, che vengono assorbiti da essa; perciò volendosi raccogliere uno dei primi da qualche corpo, che si pone nella bottiglia o nella storta A, l'è mestieri riempire di acqua non solo il tino IK fino ad un'altezza superiore a quella della tavola H, ma eziandio un'altra bottiglia EF, la quale mantenendosi otturata si capovolge, e si pone sulla tavola H col suo collo, che si disottura. Onde il gas, che si sviluppa dal corpo posto nella bottiglia A, traversando il tubo BDG, ne dovrà spingere fuori di essa l'aria atmosferica, che prima si conteneva. Il perchè applicando in seguito il collo della bottiglia EF sul foro di quella tavola H; il gas in forma di bolle spingendosi fino al fondo F della medesima bottiglia ne scaccia l'acqua, che in questa si contiene, ed a poco a poco ne riem-

pie l'intera capacità. Che se poi il gas, che si ottiene, venga assorbito dall'acqua nel traversarla, converrà riempire di mercurio non solo la bottiglia EF, ma eziandio il tino IK fino ad un'altezza superiore a quella della tavola H. Intanto l'apparato IKEF quassù descritto chiamasi *apparecchio pneumato-chimico*, ed esso dicesi *apparecchio idro-pneumatico*, ovvero *idrargiro-pneumatico*, secondo che sia pieno di acqua, ovvero di mercurio.

§. 1119. *Scol. II.* In oltre, poichè talvolta per ottenere un fluido aeriforme giova versare a picciole porzioni uno dei reattivi sopra alcune sostanze; per non togliere la bottiglia A dall'apparato, e per non fare entrare in essa e nel tubo BDG l'aria atmosferica, a quell'apparato vi si applica la bottiglia A a due colli B e C, e che dicesi *tubulata*. Ad uno di quei due colli B vi si applica il tubo ricurvo BDG, e l'altro mantienlisi otturato mercè il turacciolo smerigliato L, il quale si toglie ogni qual volta si dee versare alcuna picciola porzione di quel reattivo sulle sostanze, che furono poste nella bottiglia A, e di poi si ottura ermeticamente col turacciolo L.

§. 1120. *Scol. III.* Intanto se il fluido elastico, di cui trovasi ripiena la bottiglia EF, si debba passare in una qualche vescica, al collo di tal vescica vi si adatta un tubo cilindrico traversato da una chiave, che aggirandosi intorno al suo asse apre ed intercetta la comunicazione tra la capacità di essa vescica e l'aria esteriore, e la superficie interna di quel tubo è circondata da una madrevite, la quale può avvitarsi ad una vite, che circonda l'estremità di un tubo cilindrico FM traversato anch'esso da una chiave N

simile a quella, che ne traversa il tubo annesso alla vescica, e congiunto al fondo metallico della bottiglia o campana EF di cristallo. Il perchè se la vescica si afflosci ben bene, tal che in essa non vi si contenga aria atmosferica, e poi il tubo di essa si avviti al tubo FM, aprendo la chiave N e quella, che ne traversa il tubo della vescica, e deprimendo verticalmente la bottiglia EF nella vasca IK; il fluido elastico di quella bottiglia traversando il tubo FM ne riempirà la vescica.

C A P. II.

DELL' OSSIGENE, DELL' IDROGENE, E DELL' AZOTO.

§. 1121. L' *ossigene* è una sostanza, che nella più parte dei corpi dei tre regni della natura in virtù di differenti poderose affinità trovasi combinata con altre sostanze, e di essi forma uno dei principii costituenti (§. 757.). Onde avendo l'ossigene maggiore affinità pel calorico, che per quelle sostanze colle quali in taluni corpi trovasi combinato, spesso accade, che assoggettando alcuno di tali corpi ad un certo grado di calore, esso ne viene investito dal calorico, e si manifesta nello stato di fluido elastico permanente, o sia di gas, le cui proprietà saranno quaggiù considerate. Or quantunque l'ossigene sia abbondantissimo in natura, ed entri nella composizione di moltissimi corpi, pur non di meno esso non si è potuto ottenere puro, che nel solo stato di gas, ed in tale stato coi mezzi finora conosciuti non si è pervenuto a scomporlo; onde a ragione si annovera tra le sostanze semplici.

§. 1122. Il gas ossigene si può ottenere age-

volmente da diverse sostanze nel seguente modo, Primieramente si ponga nella bottiglia (*fig. 2 n.º 1º*) A quel minerale, che dai Naturalisti vien distinto col nome di *manganese nero*, e che essendo impiegato nelle vetriere per scolorire il vetro vien chiamato *sapone dei vetrari*. Di poi si avviti al collo di quella bottiglia l'estremità del tubo ricurvo DG, ed essa si applichi all'apparecchio idro-pneumatico (§. 1118.), e si faccia fortemente riscaldare. Si vedrà a capo di poco tempo svolgere dal manganese un certo fluido elastico, che facendosi strada a traverso del tubo DG spingerà fuori l'aria, che si conteneva nella bottiglia A ed in esso tubo. Onde se dopo che dal tubo DG n'è uscita tutta quell'aria, si applichi all'apertura di esso la bottiglia EF piena di acqua, si vedrà questa esserne traversata da alcune bolle di un certo fluido elastico, le quali portandosi verso il fondo F della bottiglia medesima, scacceranno da questa tutta l'acqua, ed a capo di poco tempo si troverà la bottiglia EF ripiena di gas. In secondo luogo, il gas ossigene si può ottenere ponendo nella bottiglia A una certa quantità di nitrato di potassa in vece del manganese nero, e di poi praticando le stesse operazioni, che sono state indicate per lo svolgimento di quel gas dal manganese, e solo bisogna avvertire, che in questo secondo caso il grado di calore, che si dee comunicare alla bottiglia A, dev'essere assai maggiore che nel primo. In terzo luogo, il gas ossigene si può ottenere ponendo nella bottiglia A una specie di pasta fatta dalla polvere nera di manganese coll'acido solforico, e di poi praticando le stesse operazioni, che poc' anzi abbiamo indicate. Ma in

questo caso per ottenere il gas ossigene basta comunicare alla bottiglia A un leggiero grado di calore. Finalmente il gas ossigene si può ottenere decomponendo l'acqua per mezzo di un apparato elettro-motore, come fu indicato nel §. 995.

§. 1123. Il gas ossigene puro è trasparente, senza colore, e senza odore. La gravità specifica di esso sta a quella dell'aria atmosferica secondo Kirwan come 1, 103 ad 1.

§. 1124. *Esp. I.* Se prendansi due animali dell'istessa specie, ed ugualmente vegeti, ed uno di essi si racchiuda in un recipiente pieno di ottima aria atmosferica, e l'altro in un recipiente uguale al primo, e riempito di gas ossigene, e sieno que' recipienti alquanto ampii rispetto alla grandezza di ciascuno di que' due animali; si scorge, che il secondo di que' due animali vi muore a capo di pochi minuti, e l'altro vi si mantiene vivo per un tempo meno o più lungo, secondo la maggiore o minore ampiezza degli organi respiratorii, e secondo la minore o maggiore ampiezza del recipiente.

§. 1125. *Esp. II.* Che se in vece di porre due animali vivi in quei due recipienti, vi si pongano due candele accese; la fiamma della candela immersa nel gas ossigene non solo si scorgerà più brillante e vivace, ma si vedrà pure più lunga e più ampia di quella dell'altra. Lo stesso a un di presso avrà luogo se in vece di due candele accese facciasi uso di due carboni roventi. E se finalmente all'aria libera col soffio si smorzi una candela accesa, la quale abbia formato nell'estremità del lucignolo un carbone acceso, e poi prima che sia smorzato quel carbone s'immerga essa nel recipiente pieno di gas ossigene,

la candela si accenderà di bel nuovo con leggiero scoppio, e vi brucerà pure con fiamma più vivace dell' altra, che brucia nell' aria atmosferica.

§. 1126. *Esp. III.* Se l'estremità di un sottilissimo filo di ferro avvolto a spira si fissi nella parte inferiore del turacciolo di una bottiglia, che si trovi ripiena di gas ossigene, e nell' altro estremo di quello vi si ponga un pezzettino di esca accesa; immergendo il filo nella bottiglia in modo che questa resti perfettamente otturata; si vedrà con sorpresa, che il calorico svolto nella combustione di quel pezzettino di esca, comunicandosi al filo di ferro lo farà divampare, e 'l ridurrà in picciolissimi scintillanti globetti, che cadendo arroventati sul fondo della bottiglia saranno valevoli talvolta a screpolarla. Onde per impedire questo effetto si suol lasciare un poco di acqua nel fondo della bottiglia.

§. 1127. *Esp. IV.* L'ossigene ha differenti gradi di affinità con moltissimi corpi, e perciò ad alcuni di essi si unisce quando si trovano nella temperatura, che ordinariamente regna nell'atmosfera, ad altri vi si combina quando si trovano ad una temperatura alquanto superiore a quella dell'atmosfera, ed a molti altri poi si combina quando si trovano ad una temperatura assai elevata (§. 768.).

§. 1128. *Esp. V.* Da sperienze accuratamente istituite si è rilevato, 1° che alcuni metalli, come il piombo, il mercurio, lo stagno, ec. essendo alquanto riscaldati, e di poi immersi nel gas ossigene, si assorbono un tal gas, aumentando di peso ed ossidandosi; 2° e che di altri metalli, come del ferro, del rame, ec., avviene lo stesso dei primi qualora si riscaldano oltremodo,

e di poi s' immergono in un recipiente pieno di gas ossigene.

§. 1129. L' *idrogene* è una sostanza, che in alcuni minerali, nei corpi del regno animale, e molto più nei vegetabili e nell' acqua trovasi combinata con altre sostanze in virtù di differenti gradi di affinità, e di essi ne forma uno dei principii costituenti. Il perchè se taluno di quei corpi si presenti ad altro corpo, che per le sostanze, cui l' idrogene è combinato, abbia maggiore affinità che per l' idrogene stesso, tali sostanze si combineranno con quel corpo, ed essendovi sviluppo di calorico in ogni chimica combinazione, l' idrogene sarà investito da questo, col quale ha grande affinità, e si manifesterà nello stato di fluido elastico, o sia di gas, le cui proprietà saranno quaggiù considerate. Or quantunque l' idrogene sia abbondantissimo in Natura, pur non di meno non si è potuto finora ottenere scevro di altre sostanze, che nel solo stato gassoso, ed in tale stato coi mezzi finora conosciuti non si è ancora pervenuto a scomporlo, e perciò esso si annovera tra le sostanze semplici.

§. 1130. Il gas idrogene si ottiene facilmente nel seguente modo. Si ponga nella storta (*fig. 2 n.º 1*) ABDG tubulata di cristallo un miscuglio di quattro parti di acqua ed una di piccioli pezzi di zinco, e poi sul miscuglio si versi a picciole porzioni una quantità di acido solforico fino a che duri l' effervescenza, che si genera in quel miscuglio ogni volta che si versi sopra di esso dell' acido solforico. Intanto il fluido elastico, che si sviluppa in ciascuna effervescenza sollevandosi nella parte superiore della storta A si farà strada a traverso del collo BDG spingendone fuori

l'aria contenuta nella storta A e nel suo collo BDG. Onde se dopo che pel tubo BDG n'è uscita tutta quell'aria, si applichi all'apertura di essa la bottiglia EF piena di acqua, si vedrà questa esserne traversata da alcune bolle di un certo fluido elastico, le quali portandosi verso il fondo F della bottiglia medesima, ne scacceranno da questa tutta l'acqua, ed a capo di poco tempo si troverà la bottiglia EF ripiena di gas. Un tal gas si ottiene ancora facendo uso di pezzi di ferro in vece di quelli di zinco: ma in tal caso lo sviluppo del gas succede con molta rapidità; onde una porzione di esso si dissipa nell'atmosfera mentre si applica la storta ABDG all'apparato idro-pneumatico. Ma in ciascuno di questi casi il gas idrogene, che si ottiene, non è scevro di qualunque straniera sostanza; e perciò i Chimici volendolo 'assai puro decompongono l'acqua distillata per mezzo di un apparato elettro-motore nel modo esposto nel §. 995.

§. 1131. Il gas idrogene è trasparente, senza colore, e senza odore. Esso è il più leggiero di tutti i fluidi elastici permanenti finora conosciuti. La gravità specifica del gas idrogene sta a quella dell'aria atmosferica nella ragione di 0,07321 ad 1. Questa picciola gravità specifica lo ha fatto adottare per riempierne alcuni globi fatti di qualche stoffa di seta inverniciata ed esteriormente ritenuta da una specie di rete di corde, in modo che essendo il peso dell'intera massa di uno di tali globi ripieni di gas idrogene minore del peso di un egual volume di aria della densità di quella, nella quale viviamo, un tal globo posto sulla superficie della terra sollevasi in alto (§. 225.), e spingesi fino a quell'altezza, ove il peso di esso

pareggia quello di un egual volume dell'aria, che ivi si ritrova. E per tal ragione questi globi, che col detto mezzo, o con altro si spingono nelle alte regioni atmosferiche, vengono chiamati *palloni aerostatici*.

§. 1132. *Esp. VI.* Qualunque animale, che si ponga in un recipiente pieno di gas idrogene, vi muore a capo di pochi minuti, e l' sangue di esso trovasi di colore tendente al nero.

§. 1133. *Esp. VII.* Qualora in un recipiente pieno di gas idrogene si ponga una candela accesa, e poi si chiuda immediatamente, essa vi si smorza all'istante, come se fosse tuffata nell'acqua. Che se quel recipiente si mantenga aperto, la candela nell'introdursi in esso accenderà quella parte di gas idrogene, ch'è in contatto coll'aria, e spingendola dentro al vase si smorzerà; ma estraendola si accenderà di bel nuovo nel traversare il gas idrogene, che brucia, e che segue a bruciare fino a che ne viene intieramente estinto.

§. 1134. *Cor.* Adunque il gas idrogene non è atto per la respirazione degli animali, nè per la combustione dei corpi, ma esso può facilmente accendersi per mezzo della scintilla elettrica, o di qualche corpo acceso, qualora trovasi in contatto dell'aria atmosferica: e perciò dal Priestley fu chiamato *aria infiammabile*.

§. 1135. *Esp. VIII.* Se riempiasi una vescica di due parti in volume di gas idrogene e di una di gas ossigene, ovvero di una parte di gas idrogene e di tre parti in circa di aria atmosferica, ed al collo di essa si adatti un tubo conico, che termini in una sottilissima punta, e poi si comprima la vescica, tal che la corrente di quel miscuglio dei due gas traversi l'acqua di sapone:

posta entro un piatto, o altro recipiente, si formeranno all'istante diverse bolle simili a quelle, che si formano qualora soffiassi per l'estremità di un sottil tubo, di cui l'altro estremo trovasi nella stessa acqua di sapone. Or se a quelle bolle ripiene dei due gas si appressi la fiamma di un cerino, o di altro corpo acceso, esse spariranno producendo scoppii assai strepitosi.

§. 1136. *Esp. IX.* Se abbiassi una specie di fiasco (*fig. 3*) AB di ottone, il cui collo BC si trovi avvitato alla parte AC di esso, mentre il fondo ne sia traversato da un cilindro eziandio di ottone circondato di cera lacca: un tal cilindro poi nella parte esteriore del fiasco sia congiunto ad una pallina metallica D, e nella parte interiore sia terminato dal filo metallico E, il quale abbia la sua estremità presso alla parete del fiasco. Or se dopo di aver riempito il fiasco AB di due parti in volume di gas idrogeno ed una di gas ossigene, o di una parte di gas idrogeno con tre parti in circa di aria atmosferica, si otturi l'orifizio B di esso con turacciolo di sughero, e si faccia cadere sulla pallina D una scintilla elettrica; tale scintilla traversando il filo E si scaglierà dalla sua estremità sulla parete del fiasco, ed accendendo i due gas produrrà un' esplosione così violenta, che sarà accompagnata da uno scoppio simile a quello di una scarica di archibuso, spingendone il turacciolo con gran violenza fino ad una considerevole distanza, e quello scoppio e la forza, onde sarà spinto il turacciolo, si sperimenterà maggiore nel caso che il recipiente AC si trovi riempito di due parti di gas idrogeno e di una di gas ossigene, che se trovasi riempito di due parti di gas idrogeno e di tre parti

in circa di aria atmosferica. Che se dopo di aver riempito il recipiente AC dei due gas, come si è quassù indicato, pongasi una palla di ferro in una cavità situata in C, e poi si avviti il tubo BC al recipiente AC; tosto che si scaglierà la scintilla elettrica sulla pallina D, oltre allo scoppio, si produrrà dalla palla il medesimo effetto, che se essa fosse stata scagliata da una pistola: e per tal ragione allo strumento ACB, che per gl' indicati esperimenti fu ideato dal Chiaris. Volta, vien dato il nome di *pistola del Volta*. Intanto immediatamente dopo di aver istituito ciascuno degli indicati esperimenti si rinvencono alquanto riscaldate le pareti della pistola, la quale se sia di gran capacità, e non abbia le pareti assai resistenti può screpolarsi nell' atto della sperienza con pericolo degli astanti, particolarmente se trovasi caricata a palla.

§. 1137. *Cor.* E poichè la scintilla elettrica nel traversare il miscuglio dei due gas, di cui trovasi riempita la pistola del Volta, ne comprime quella parte, che essa traversa, onde si sviluppa gran quantità di calorico; l'è chiaro, che questo debba aumentare la temperatura di quelle parti del miscuglio medesimo, che non sono traversate dalla scintilla; e quindi tali parti debbono sommamente espandersi, onde il turacciolo o la palla, di cui la pistola trovasi caricata, dev' esserne spinta con gran violenza. Intanto una porzione del calorico combinato dei due gas rendendosi libero, ed investendone le pareti della pistola, ne avviene che cessata l' esplosione, le particelle di quei due gas debbano avvicinarsi, e rendendosi più poderosa l' affinità scambievolmente di esse, si debbano intimamente combinare, e formare il vapore

acquoso (§. 995), che immediatamente convertesi in acqua. Il perchè l'intera capacità della pistola appena eseguita l'esplosione si troverà ripiena di quella picciola quantità di acqua, che si forma dalla combinazione dei due gas. Onde l'aria esterna introducendosi con gran violenza nella pistola medesima dee produrre quel rumore, che odesi nell'atto dell'esplosione.

§. 1138. *Esp. X.* Se mentre svolgesi il gas idrogene dal miscuglio di acido solforico, di acqua, e di zinco o di ferro (§. 1130) posto nella bottiglia A (*fig. 2 n.º 1.º*), si adatti al collo di questa un tubo, che termini in una sottilissima punta, da cui n'esca quel gas; accendendo un tal gas si formerà un getto di viva luce, che si manterrà per tutto il tempo, in che svolgerassi quel gas, e che dicesi *candela filosofica*. Che se quel getto di luce s'introduca in un tubo cilindrico di metallo o di vetro, si produrrà un suono alquanto grato, che sarà diverso secondo la differente natura del metallo, e secondo la differente grandezza del tubo, e che dicesi *armonia chimica*.

§. 1139. *Cor. I.* Nel Libro seguente sarà dimostrato, che uno dei principii costituenti dell'aria atmosferica è l'ossigene, il quale combinato coll'idrogene nel rapporto di un volume di quello a due di questo costituisce l'acqua. Dunque accendendosi il gas idrogene in contatto dell'aria atmosferica, il calorico combinato di esso rendesi libero, e prevalendo la sua affinità per l'ossigene dell'aria atmosferica, questo abbandona il calorico, e si unisce all'idrogene generando l'acqua, la quale è di assai minor volume di quello dei due gas, che l'han formata. Onde nel formarsi l'acqua

entro al tubo metallico, nel quale si contiene la candela filosofica, l'aria atmosferica deve accorrere ad occupare il luogo, che occupavasi dai due gas. Il perchè alternandosi la formazione dell'acqua coll'ingresso dell'aria, debbonsi produrre entro al tubo successive dilatazioni e contrazioni nello strato di aria, ch'è in contatto colla superficie interna dello stesso tubo, e quindi producesi il suono.

§. 1140 *Cor. II.* E poichè il gas ossigene e l'gas idrogene sono due sostanze semplici ridotte dal calorico a fluidi elastici; l'è chiaro, che formandosi l'acqua da due parti in volume di gas idrogene con una di gas ossigene, la più parte di quel calorico combinato di quei due gas rendendosi libero debba produrre effetti assai poderosi.

§. 1141. L'*azoto* è una sostanza, che si rinviene abbondantemente sparsa in natura; poichè esso forma uno dei principii costituenti delle sostanze animali, di alquanti vegetabili, dell'aria, ec. Esso non si è potuto finora ottenere sgombrato da qualunque altra sostanza, che nel solo stato di gas. In tale stato rinviensi nelle vescichette nuotatorie di alcuni pesci, e specialmente dei carpi, siccome vien riferito da M. Fourcroy, e si sviluppa ancora naturalmente ed in grande abbondanza da alcune sorgenti, che sono nella Contea di Rensslear nella Nuova York.

§. 1142. Il gas azoto si ottiene facilmente nel seguente modo. Si ponga nella bottiglia A (*fig. 2 n.º 1.º*) un miscuglio di carne muscolare e di acido nitrico allungato coll'acqua. Di poi si riscaldi lentamente un tal miscuglio, e si applichi la bottiglia A all'apparato idro-pneumatico, come si è indicato nei §§. 1122. 1130. A capo di breve tem-

po si troverà la bottiglia EF ripiena di gas azoto.

§. 1143. Il gas azoto è trasparente e senza colore. Esso non ha sapore, nè odore alcuno, ma estraendosi col mezzo quassù indicato offre un odore alquanto disgustoso, e che somiglia a quello della carne muscolare. La sua gravità specifica sta a quella dell'aria nella ragione di 0,985 ad 1. Gli animali, che s'immergono in un recipiente pieno di tal gas, vi perdonò immediatamente la vita, e le candele accese ed i carboni roventi, che si tuffano in esso, vi si estinguono all'istante, come se si tuffassero nell'acqua. Dunque il gas azoto è intieramente disadatto alla combustione, ed alla respirazione degli animali.

C A P. III.

DEL CARBONIO, DEL FOSFORO, E DELLO ZOLFO.

§. 1144. La preparazione del carbone consiste nella combustione imperfetta e parziale della parte legnosa dei vegetabili diretta a separarne mercè l'azione del calore i principii volatili, ed a conservare i fissi. I caratteri più noti del carbone sono un color nero più o meno lucido, una gravità specifica assai mediocre, una grande combustibilità, in virtù della quale riscaldato alla temperatura di $162^{\circ},5$ del termometro centigrado, ed in contatto del gas ossigene puro (§. 1122), o dell'aria atmosferica, si accende, e lascia libera una porzione del calorico, che tenea l'ossigene in istato gassoso. Or dopo la combustione del carbone si ottiene sempre un residuo di aspetto terroso, che chiamasi *cenere*, mentre la maggior parte della sua massa scompare, e si combina

coll'ossigene, che, come in seguito sarà dimostrato, si contiene pure nell'aria atmosferica, e convertesi in un fluido elastico, che denominasi *gas acido carbonico*, di cui in appresso ne saranno indicate le proprietà. Intanto l'unità e l'omogeneità del gas acido carbonico, che risulta dalla combinazione della più gran parte della materia del carbone col gas ossigene, mostrano, che il carbone era intieramente formato da una sostanza combustibile particolare, la quale isolata col pensiero dalle altre poche materie estranee, che vi erano unite, può e deve considerarsi come una sostanza semplice, cui si è dato il nome di *carbonio*.

§. 1145. E poichè il puro carbonio non si può separare dalle sostanze estranee, cui trovasi unito nel carbone, ed in altri composti; i Chimici fino ad un certo tempo han dovuto immaginarlo separato da quelle sostanze. Ma da parecchi anni è stato riconosciuto il puro carbonio in un prodotto naturale, le cui apparenti proprietà, assai differenti da quelle del carbone comune, doveano allontanarne il sospetto non solo di un'assoluta identità di natura, ma eziandio quello di qualche somiglianza. Un tal prodotto è il diamante. La grande rifrazione, che la luce subisce traversandolo (§§. 336 e 338), avea già fatto sospettare all'Immortale Newton esservi in esso qualche principio combustibile. In fatti il diamante fu bruciato la prima volta in Firenze dagli Accademici del Cimento nell'anno 1694, di poi a Vienna, ed in virtù dei raggi solari concentrati per mezzo di un grande specchio ustorio, e finalmente Darcet a Parigi pervenne a distruggerlo col fuoco dei fornelli in crogiuoli chiusi di por-

cellana. Ma l'Illustre Lavoisier avendo bruciato il diamante in vasi chiusi rilevò, che il gas ossigene combinandosi alla porzione del diamante scomparsa convertivasi in un fluido elastico, che avea le stesse proprietà di quello, che risulta dalla combustione del carbone, e che chiamasi gas acido carbonico. Il che fu poi confermato dalle sperienze di altri Chimici. Adunque può conchiudersi, che il diamante è puro carbonio, o la sola parte combustibile del carbone, e che questo differisce da quello per lo differente stato di aggregazione delle sue particelle, e per la mescolanza con altre sostanze al carbonio eterogenee, che vi si uniscono nel processo della vegetazione, e che poi si rinvencono nelle ceneri, che il carbone lascia dopo la sua combustione. E poichè il puro carbonio coi mezzi finora conosciuti non si è pervenuto a decomporlo, perciò tale sostanza si reputa semplice.

§. 1146. Il carbonio è *fisso*, cioè non evaporabile, è insipido, senza odore, insolubile nell'acqua, e combustibile ad un forte grado di calore. Esso ha somma affinità coll'ossigene, si combina coi metalli, e specialmente col ferro, che riduce in acciaio e piombaggine.

§. 1147. Il *fosforo* è una sostanza, che non mai si rinviene pura ed isolata in natura, ma entra nella composizione di parecchi minerali, di alquanti vegetabili, e di tutte le sostanze animali, e principalmente delle ossa. Il mezzo, onde poterlo ottenere è il seguente.

§. 1148. Si brucino le ossa degli animali fino all'incandescenza, e poi si polverizzino. Indi la polvere, che si ottiene si ponga in un conveniente vase di argilla cotta con tant'acqua, che si

riduca in una pasta molle ed omogenea mediante l'agitazione. Di poi su tal pasta si versi a diverse riprese tant'acido solforico, che non oltrepassi la quinta parte del peso delle ossa impiegate, e dopo ciascuna aggiunzione di acido solforico si agiti ben bene il miscuglio col mezzo di un bastone. In oltre si aggiunga al miscuglio tal quantità di acqua, che esso acquisti la consistenza di una pasta molle, che si lasci riposare per lo spazio di 24 ore. A capo di 24 ore si stemperi tutta la massa nell'acqua calda, e 'l liquido, che ne risulta, si filtri a traverso di una tela compatta, e 'l residuo si lavi tante volte, finchè le acque, che si ottengono, si trovino poco acide. In oltre il liquido, che si ottiene, si ponga sul fuoco in una caldaja di piombo o di rame, ove si faccia svaporare fino a che acquisti la consistenza di uno sciroppo. Di poi sulla massa, che ne risulta si versi tant'acqua, che in peso pareggi il quadruplo, o 'l quintuplo della stessa massa, e 'l miscuglio si filtri come prima a traverso di una tela compatta, e 'l sedimento si lavi tante volte, fino a che le acque n'escano poco acide. Il liquido, che si ottiene si ponga sul fuoco in una caldaja di rame o di piombo, ove si faccia svaporare fino a che acquisti la consistenza di uno sciroppo, e che prende il nome di *estratto fosforico*.

§. 1149. L'estratto fosforico ottenuto si mescoli a tal quantità di polvere di carbone di legna, che pesi la quarta parte dell'estratto medesimo, e 'l miscuglio si calcini ad un color rosso in un vase di ferro affm di disseccarlo completamente. Di poi si riduca il tutto in polvere, che si ponga in una storta di *gres*, o di vetro coperta da un

tuto fatto di quarzo o di argilla bianca, e poi da un altro fatto da una parte di argilla stemperata nell'acqua, e da due di fina sabbia. Al collo della storta posta sopra un fornello si applichi un tubo ricurvo di rame, di cui un' estremità cada nell'acqua posta in una bottiglia a doppio collo, mentre all'altro collo di questa siavi adattato un tubo lungo due o tre piedi, che serve a fare uscire i fluidi aeriformi, che si sviluppano in questa operazione. Si lutino le giunture del descritto apparecchio, ed a poco a poco si riscaldi la storta finchè divenga rovente. A capo di quattro ore in circa scorgesi una sostanza, che per l'azione del calore essendosi sublimata nel collo della storta, ed avendo traversato il tubo di rame ne discende fin dentro l'acqua, in contatto della quale si consolida. Questa sostanza è il fosforo non abbastanza puro, poichè sovente contiene alcune particelle di carbone. Ma da queste si può facilmente liberare distillandolo in una picciola storta di vetro, operando su due o tre onces di fosforo per volta.

§. 1150. Il fosforo è una sostanza ordinariamente solida, semitrasparente, di una consistenza simile a quella della cera, di colore bianco tendente al giallo, di un odore somigliante a quello dell'aglio, che alla temperatura ordinaria dell'atmosfera brucia lentamente quando trovasi esposto all'aria, e quindi al bujo manifestasi luminoso, onde ha ricevuto il suo nome, che vuol dire *portatore di luce*. La gravità specifica del fosforo sta a quella dell'acqua nella ragione di 1, 77 ad 1. Il perchè esso si dee conservare entro l'acqua bollita, o sia priva di aria, ed in bottiglie chiuse. Esso non si è potuto ancora scomporre, e perciò

si annovera tra le sostanze semplici. Il fosforo alla temperatura di 37 gradi del termometro centigrado si fonde, ma alla temperatura di 62 gradi dello stesso termometro, ed in contatto dell'aria atmosferica brucia rapidamente.

§. 1151. Lo *zolfo*, di cui si è parlato nel §. 1110, è una sostanza, che coi mezzi finora conosciuti non si è pervenuto a scomporla, e perciò si annovera tra le sostanze semplici.

C A P. IV.

DI ALCUNE COMBINAZIONI DELL' OSSIGENE COLLE ALTRE
SOSTANZE SEMPLICI CONSIDERATE NEI DUE PRECE-
DENTI CAP.

§. 1152. Nel Libro Ottavo abbiám parlato della combinazione dell'ossigene coll'idrogene fatta in tal proporzione, che l'acqua ne risulta (§. 995). Onde in questo Capo farem conoscere soltanto i risultamenti di alcune combinazioni dell'ossigene colle rimanenti sostanze semplici quassù esaminate.

§. 1153. *Esp. XI.* Il Chiariss. Cavendish avendo riempita una campana di cristallo di un miscuglio fatto da 72 parti in peso di gas ossigene con 28 di gas azoto, ed avendolo elettrizzato per un certo tempo, osservò, che i due gas perdettero la loro elasticità, e combinandosi intimamente ne produssero un liquido, le cui proprietà erano quelle stesse dell'acido nitrico. E' il Dottor Priestley avendo fatto passare un poco di acido nitrico concentrato per un tubo di porcellana infuocato, il ridusse ad un fluido elastico, che trovò un misto di gas ossigene e di gas azoto.

§. 1154. *Cor.* Dunque la sintesi e l'analisi concorrono a farci conoscere, che l'acido nitrico sia un composto di ossigene e di azoto, che in peso a un di presso sono nella ragione di 72 a 28.

§. 1155. *Esp. XII.* Qualora sopra il mercurio posto in una bottiglia (*fig. 2 n.º 1.º*) A si versi dell'acido nitrico, si sviluppa ben tosto un fluido elastico, che scacciandone l'aria da essa bottiglia, e sollevandosi verso il suo collo può raccogliersi in un'altra bottiglia EF nello stesso modo, che si è detto per gli altri fluidi elastici finora considerati. Un tal fluido, che dicesi *gas nitroso*, o *gas deutossido di azoto*, viene in picciola parte assorbito nell'acqua, che esso traversa, e perciò in talune ricerche per ottenerlo conviene fare uso dell'apparato idrargiro-pneumatico. Esso poi si ottiene pure facendo agire l'acido nitrico sul rame, sul ferro, o sullo zinco, purchè si riscaldi leggermente il miscuglio: ma qualunque sia il metallo, che si soggetti all'azione dell'acido nitrico, esso ne viene sempre ossidato.

§. 1156. Il gas nitroso è invisibile come l'aria atmosferica; ha un sapore alquanto dispiacevole ed astringente, ed un odore alquanto somigliante a quello dell'acido nitrico. La gravità specifica di esso sta a quella dell'aria secondo Gay-Lussac nella ragione di 1,039 ad 1. Esso non viene punto alterato dal fuoco, potendo traversare un tubo di porcellana rovente senza soffrirne la menoma alterazione. Estingue la fiamma de' corpi accesi, ed è sommamente contrario alla respirazione. Ma il fosforo acceso, e poi immerso nel gas nitroso vi segue a bruciare con molto splendore. Le piante, che si pongono a vegetare in un recipiente pieno di gas nitroso, vi si avvizzì;

scono in breve tempo, e quindi periscono. Ed il Signor Achard ha pure rilevato, che i semi delle piante tenuti per qualche tempo nel gas nitroso, non solamente non vi germogliano, ma vi si alterano in modo, che non sono più idonei a germogliare nell'aria atmosferica. Oltre a ciò il gas nitroso possiede anche la proprietà d'impedire la putrefazione delle sostanze sì animali, che vegetabili, e solo si trovano alquanto aggrinzate le sostanze animali, che in esso si tennero esposte per lo spazio di alcuni mesi. Finalmente qualora il gas nitroso e'l gas ossigene si pongono in contatto, essi si attraggono a vicenda, si condensano con una certa effervescenza, e sprigionando molto calorico producono un vapore di colore tendente all'arancio, e convertonsi in un acido, che contenendo minor quantità di ossigene del nitrico (§. 1154) vien detto *acido nitroso*.

§. 1157. Cor. E poichè l'acido nitrico vien formato dell'intima combinazione di 72 parti in peso di ossigene e di 29 di azoto (§. 1154), e versando l'acido nitrico sul mercurio, sul rame, ec. il metallo ne viene sempre ossidato (§. 1155), e si ottiene il gas deutossido di azoto, che ha una gravità specifica minore di quella del gas ossigene (§. 1123.) e maggiore di quella del gas azoto (§. 1143.); l'è chiaro, che in tale operazione una porzione dell'ossigene contenuto nell'acido nitrico debba unirsi al metallo, e la rimanente insieme coll'azoto ed investita dal calorico debba trasformarsi in un fluido elastico, ch'è il gas nitroso. Ma dalle sperienze dei Chimici istituite si è rilevato, che il gas nitroso vien formato dall'intima combinazione di uguali volumi di gas ossigene e di gas azoto, ed in peso

da 100 parti di gas azoto, e da 112, 95 di gas ossigeno.

§. 1158. Il *gas acido carbonico* (§. 1144.) vien formato dall' intima combinazione di 72 parti in peso di ossigeno con 28 parti di carbonio tenuti in dissoluzione dal calorico. Esso è trasparente come l'aria atmosferica, ha un sapore acidetto ed alquanto piccante, un odore pungente, tal che applicato al naso eccita lo starnuto, e quindi la tosse. Il gas acido carbonico è disadatto non solo alla combustione, ma eziandio alla respirazione degli animali. La sua gravità specifica sta a quella dell'aria secondo Kirwan nella ragione di 1, 527 ad 1. Per tal ragione quando questo gas si versa entro un vase, che contenga aria atmosferica, esso si precipita fino al fondo, e si può mantenere nel vase aperto per un tempo alquanto lungo, se la bocca del vase sia assai stretta; poichè se essa sia alquanto ampia, l'aria atmosferica lo discioglie prontamente, e l'assorbe con maggior facilità.

§. 1159. Il gas acido carbonico viene grandemente assorbito dall'acqua di calce, ed in minor quantità viene pure assorbito dall'acqua semplice, particolarmente allor che trovasi agitata; ma quando questa si trova alla temperatura di 80 gradi del termometro centigrado l'assorbimento è debolissimo; laddove se l'acqua si trovi alla temperatura di 1, o 2 gradi dello stesso termometro, essa può assorbire un volume di quel gas uguale al suo. Ma l'acqua impregnata di gas acido carbonico se ne spoglia quando si congela, e quella, che bolle vien traversata dallo stesso gas senza assorbirne alcuna picciola dose. Or l'acqua impregnata di gas acido carbonico è alquanto

più pesante della pura, ha un sapore acidetto e razzente, siccome scorgesi nelle acque minerali, che diconsi *acidole*, nella birra, nel sidro, ed in alcune sorte di vini, che privati del detto gas divengono scipiti. Essa ne diviene spumante allor che in qualsivoglia modo ne viene agitata, siccome accade agli anzidetti liquori, e particolarmente alla birra, ed al vino di Sciampagna, che son doviziosi di quel gas. Finalmente l'acqua impregnata di gas acido carbonico possiede la proprietà di mantenere per lo spazio di 10, o 12 giorni fresca la carne, che si lavi con essa due o tre volte al giorno, ancorchè ciò facciasi in tempo del più grande calore estivo.

§. 1160. Il gas acido carbonico si può ottenere facendo agire l'acido solforico allungato con 10, o 12 parti di acqua sulla creta o sul marmo polverizzato. Esso si forma naturalmente nell'atto della fermentazione del vino, della birra, del sidro, e di altri liquori di simigliante natura, per la combinazione del carbonio della sostanza zuccherina fermentante coll'ossigene contenuto o in essa, o nell'acqua necessaria alla fermentazione. Per tal ragione si trovano morti i polli, che han riposato per qualche tempo sopra i tini, ov'eravi qualche residuo di mosto. In alcuni luoghi il gas acido carbonico vedesi sorgere spontaneamente dal seno della terra, siccome avviene presso noi nella famosa *grotta del cane*, nel *pozzo di Perols* presso Montpellier, in quello di *Neyrac* nel Vivarese, sulla superficie del *Lago di Averno*, in alcune miniere, ec. e specialmente nelle vicinanze dei Vulcani. In fatti non vi è contrada nelle adjacenze del Vesuvio, in cui non veggasi uscire il gas acido carbonico di tratto in

tratto da' fondi delle grotte sotterranee, delle cantine, e degli screpoli delle lave: le quali scaturigini, che volgarmente diconsi *mofète*, divenendo abbondantissime in tempi delle grandi eruzioni, e trasfondendosi a rivi nell' atmosfera, ne fanno inaridire intieri vigneti.

§. 1161. *Esp. XIII.* Se nel luogo (*fig. 2 n.º 2.º*) B della campana ricurva ABC ripiena di gas ossigene si ponga tal quantità di zolfo, che abbia un peso maggiore di quello del detto gas, e poi sotto a quel recipiente nel luogo B si ponga la fiamma di una lampada a spirito di vino; lo zolfo vi brucerà fino a tanto che ne sarà consumata tal parte, il cui peso pareggi quello del volume del gas ossigene, che contenevasi nel recipiente. Intanto il gas ossigene combinato con quella porzione di zolfo, che si è consumata, forma un fluido elastico permanente, che dicesi *gas acido solforoso*. Un tal gas è invisibile come l'aria atmosferica; ha un odore pungente e soffocante, che somiglia a quello dello zolfo quando si brucia, non è atto alla respirazione ed a mantenere la fiamma de' corpi accesi, ed è assorbito dall'acqua quando vien costretto a traversarla, purchè questa non sia alla temperatura di 100 gradi del termometro centigrado. La gravità specifica del gas acido solforoso sta a quella dell'aria secondo Davy nella ragione di 2, 2293 ad 1.

§. 1162. *Esp. XIV.* Se un dato volume di gas ossigene si mescoli col doppio volume di gas acido solforoso, e poi il miscuglio si faccia passare a traverso di un tubo rovente di porcellana; quei due fluidi aeriformi si attrarranno scambievolmente, e si otterrà un liquido, di cui la gra-

vità specifica, e tutte le altre proprietà saranno le medesime di quelle dell'acido solforico.

§. 1163. *Cor. I.* Dunque l'acido solforico può considerarsi come una combinazione di un volume di gas ossigene col doppio volume di gas acido solforoso.

§. 1164. *Cor. II.* E poichè la gravità specifica del gas acido solforoso sta a quella del gas ossigene nella ragione (§§. 1123 e 1161.) di 2, 2293 ad 1, 103; l'è chiaro, che il peso di un dato volume di gas ossigene stia a quello del doppio volume di gas acido solforoso nella ragione di 1, 103 a 4, 4586. Ma nel gas acido solforoso si contengono parti uguali in peso di gas ossigene e di zolfo. Dunque nel miscuglio di un volume di gas ossigene con due volumi di gas acido solforoso i pesi delle quantità di gas ossigene e di zolfo, che vi si contengono, debbono essere tra se nella ragione di 3, 3323 a 2, 2293, cioè nella ragione di 149, 48 a 100. Il perchè nella ragione di 149, 48 a 100 debbono essere i pesi dell'ossigene e dello zolfo, che combinati insieme ne costituiscono l'acido solforico.

§. 1165. *Esp. XV.* Se in una bottiglia (*fig. 2 n.º 1.º*) A si ponga una certa quantità di mercurio col triplo del suo peso di acido solforico concentrato, ed al collo di essa si applichi il tubo BDG; riscaldando leggermente il miscuglio si solleveranno tosto da esso alcune bolle di un fluido elastico, che scacciandone l'aria dalla bottiglia si faranno strada a traverso del tubo ricurvo BDG. Onde se immediatamente dopo di essere uscita l'aria si applichi la bottiglia A col tubo BDG all'apparato idrargiro-pneumatico, si potrà raccogliere nella bottiglia EF il fluido elastico, che

si sviluppa. Ora un tal fluido si ottiene pure ponendo nella bottiglia A un miscuglio di acido solforico e di argento, o di acido solforico e di rame. Ma in fine di ciascuna di queste operazioni si rinviene sempre ossidato il metallo, che si è adoperato, ed il fluido, che si ottiene, trovasi avere le stesse proprietà del gas acido solforoso. Che se la bottiglia A col tubo BDG si applichi all'apparato idro-pneumatico, le bolle di fluido elastico, che si sviluppano dal miscuglio contenuto in essa bottiglia, nel traversare l'acqua contenuta nella bottiglia EF ne saranno assorbite.

§. 1166. *Cor.* E poichè l'acido solforico vien formato dall'ossigene e dallo zolfo intimamente combinati in tal proporzione, che il peso dell'ossigene sta al peso dello zolfo nella ragione di 149, 48 a 100, ed il gas acido solforoso vien formato da parti di pesi uguali dei medesimi principii; l'è chiaro, che in ciascuna delle sperienze indicate nel prec. §. un terzo dell'ossigene contenuto nell'acido solforico debba unirsi al metallo ed ossidarlo, mentre la rimanente porzione unita allo zolfo ed investita dal calorico debba formare il gas acido solforoso.

§. 1167. *Scol.* Il gas acido solforoso vedesi sbucciare naturalmente da alcuni luoghi della superficie terrestre, e principalmente dalle contrade vulcaniche.

C A P. V.

DI ALCUNE COMBINAZIONI DELL'IDROGENE COL CARBONIO, COL FOSFORO, E COLLO ZOLFO.

§. 1168. *Esp. XVI.* Se nell'acqua stagnante di un fondo paludoso si profondi una bottiglia

vuota in modo che di quell'acqua si riempia, e poi essa si capovolga dentro dell'acqua, ed al suo collo vi si adatti un largo imbuto; agitando l'acqua, che dentro l'imbuto si contiene, si vedranno sollevare varie bolle di un fluido aeriforme, che si raccoglieranno nella bottiglia medesima. Onde se questa si trasporti successivamente in differenti luoghi, e si agiti sempre l'acqua stagnante, di cui l'imbuto si riempie, si perverrà a riempierla intieramente di quel fluido elastico. Or se un tal fluido si mescoli coll'acqua di calce, e si agiti fortemente il miscuglio, si troverà l'acqua di calce imbianchirsi nella stessa guisa che imbianchisce ponendola in contatto col gas acido carbonico, che essa si assorbe (§. 1159.), e'l rimanente fluido elastico avrà un odore disgustoso; la sua gravità specifica scenderà a quella dell'aria la ragione di 0,5589 ad 1; sarà disadatto a mantenere la combustione dei corpi accesi, ed alla respirazione degli animali; e mischiando un volume di tal gas col doppio volume di gas ossigene, e poi accendendo il miscuglio, si produrrà un forte scoppio, ed oltre ad un poco di acqua, si otterrà un sol volume di gas acido carbonico. Finalmente se aprasi una bottiglia ripiena del detto gas, ed immediatamente si accosti al suo collo un corpo acceso, quel gas si accenderà producendo un picciolo scoppio, e brucerà con una debole fiamma azzurra, che andrà lambendo le pareti della bottiglia fino a che si sarà tutto bruciato.

§. 1169. *Cor.* E poichè l'acqua vien formata dalla combinazione ed intima unione di un volume di gas ossigene col doppio volume di gas idrogene, e'l gas acido carbonico risulta dalla combinazio-

ne del gas ossigene col carbonio nella ragione di 72 parti in peso del primo con 28 parti del secondo ; l'è chiaro, che il fluido elastico svolto dall'acqua stagnante di un fondo paludoso, e depurato del gas acido carbonico mercè l'acqua di calce, dee risultare dalla combinazione del gas idrogene col carbonio , e perciò esso dicesi *gas idrogene carbonato*. Ma poichè i Chimici hanno artificialmente ottenuti altri fluidi aeriformi , che hanno trovato risultare dalla combinazione del gas idrogene con una quantità di carbonio maggiore di quella, che ritrovasi nel gas, di cui si è fatta menzione ; perciò al fluido aeriforme, che si ritrae dalle acque stagnanti dei fondi paludosi, e depurato del gas acido carbonico, si è dato il nome di *gas idrogene proto-carbonato*, il quale ottenuto nel modo quassù esposto (§. 118.) suol contenere anche un poco di aria atmosferica.

§. 1170. Il gas idrogene proto-carbonato è assai abbondante nelle miniere di carbon fossile, nelle cui screpolature incontrasi frequentemente in uno stato di compressione ; poichè restando aperte tali screpolature, da esse quello sprigionasi continuamente per lo spazio di più settimane. Lo stesso gas sprigionasi anche naturalmente da alcuni luoghi della superficie terrestre, come nelle montagne Modenesi , nel Delfinato in Francia , ed in altre contrade, e da esso talvolta son prodotti alcuni fuochi naturali. In alcuni luoghi la quantità di tal gas, che si sviluppa naturalmente dal seno della Terra , è tanto abbondante , che vien posta a profitto per somministrare perennemente il fuoco ad alcune fornaci di calce , per cuocere i mattoni, ec. L'aria delle fogne, e dei luoghi immondi trovasi pure spesso mischiata a

gran quantità di gas idrogene proto-carbonato. E perciò i corpi accesi buttati nei luoghi immondi sono stati sovente cagione di gravi disastri.

§. 1171. *Esp. XVII.* Se un poco di calce viva si stemperi nell'acqua in modo che se ne formi una specie di pasta molle, e poi questa si mescoli con tal quantità di fosforo sottilmente diviso sotto l'acqua, che sia la dodicesima parte del suo peso; ponendo il miscuglio nella bottiglia (*fig. 2 n.º 1.º*) dell'apparato idro-pneumatico, e riscaldandolo debolmente, si vedranno tosto sollevare da esso alcune bolle di un fluido elastico, le quali screpolandosi in contatto dell'aria, che trovasi nella bottiglia, si accendono, e le altre bolle di quel fluido, che seguitano a svilupparsi, spingendone a traverso del tubo BDG tutto ciò che al di sopra di quel miscuglio si contiene, a capo di qualche minuto cominciano ad uscire pure, e come esse vengono formate riscaldando leggermente il miscuglio di calce, acqua, e fosforo. Onde se decorso un minuto in circa si ponga la bottiglia EF piena di mercurio, o di acqua sulla tavola H in corrispondenza coll'orifizio del tubo BDG, quelle bolle di fluido elastico traversandone lo stesso tubo si faranno strada a traverso del mercurio, o dell'acqua contenuta nella bottiglia EF, e scacciandone a poco a poco un tal fluido dalla bottiglia, in poco tempo riempiranno l'intera capacità di questa. Or se molte scintille elettriche si facciano successivamente traversare il fluido, di cui trovasi riempita la bottiglia EF; questo ne sarà decomposto deponendo una quantità di fosforo sulle pareti di quel recipiente, nel quale si contiene, e l'fluido elastico, che rimane, si troverà occupare lo stesso volume di pri-

ma. Ma se un tal fluido si faccia passare in un altro recipiente, esso troverassi avere le medesime proprietà del gas idrogene. Dunque il gas, di cui prima trovavasi riempita la bottiglia EF, dovea essere lo stesso gas idrogene combinato con una certa quantità di fosforo. E perciò a tal fluido si è dato il nome di *gas idrogene fosforato*. Ma poichè i Chimici da sperienze accuratamente istituite han rilevato, che un certo volume di gas idrogene può combinarsi con diverse quantità di fosforo; perciò al fluido aeriforme, che si ottiene nel modo poc' anzi esposto, vien dato il nome di *gas idrogene per-fosforato*, il quale contiene maggior quantità di fosforo di un'altra specie di gas idrogene, che dicesi *proto-fosforato*.

§. 1172. Il gas idrogene per-fosforato è senza colore, ha una gravità specifica, che sta a quella dell'aria nella ragione di 0,9022 ad 1 secondo Thomson, e nella ragione di 1, 1 ad 1 sec. Davy. Esso si accende spontaneamente quando trovasi in contatto dell'aria, e produce una fiamma simile a quella del fosforo, che brucia. Che se una bolla di questo gas si svolge nell'aria senza infiammarsi, essa diffonde un odore assai spiacevole, che ha qualche rassomiglianza con quello del pesce imputridito. Credesi, che il gas idrogene per-fosforato si sviluppi dai cimiterii dove sono sostanze animali in putrefazione, ed infiammandosi in contatto dell'aria produca i *fuochi fatui*, di cui parleremo in appresso.

§. 1173. *Esp. XVIII.* Qualora la limatura di ferro non ossidata si mescoli collo zolfo in tal proporzione, che il peso del ferro stia a quello dello zolfo nella ragione di 3 a 2, e poi il mi-

scaglio si esponga al fuoco, tal che ne resti fuso; si otterrà un corpo composto dallo zolfo e dal ferro, che chiamasi *solfuro di ferro*, e che trovasi anche formato dalla natura. Or se l'acido solforico allungato coll'acqua si versi sul solfuro di ferro, facendo uso del solito apparecchio pneumato-chimico, si svolge tosto un fluido elastico, che ha un odore disgustosissimo, e molto somigliante a quello delle uova corrotte, e qualora viene acceso in contatto dell'aria produce una fiamma azzurra alquanto pallida, e depone un poco di zolfo. I corpi accesi, che vengono immersi in un recipiente ripieno del detto fluido, immediatamente vi si estinguono, e gli animali costretti a respirarlo vi muojono all'istante non solo quando esso è puro, ma eziandio quando trovasi mischiato con gran quantità di aria atmosferica. La gravità specifica di un tal fluido sta a quella dell'aria nella ragione di 1,1912 ad 1 secondo Gay-Lussac e Thenard. Che se un tal fluido si faccia traversare una data massa di acqua, esso ne resta assorbito fino a tal quantità, che il volume è alquanto maggiore di quello dell'acqua. L'acqua poi impregnata di tal fluido acquista un sapore ed un odore somigliante a quello dello stesso fluido.

§. 1174. *Esp. XIX.* Intanto se il gas idrogene ottenuto coi mezzi indicati nel §. 1130. si riceva nella campana ricurva ABC posta sul tino IK (fig. 2. n.º 2.º) ripieno di mercurio, e dentro di essa campana nel luogo B si ponga una conveniente quantità di zolfo; riscaldando fortemente lo zolfo con una lampada a spirito vino, se ne scioglierà una porzione nel gas idrogene, e facendo raffreddare l'apparecchio, nel-

la campana ABC, oltre ad una quantità di zolfo, si conterrà pure quel fluido elastico, che essendo formato dalla combinazione del gas idrogene collo zolfo, dicesi *gas idrogene solforato*, il quale occupa lo stesso volume del semplice gas idrogene impiegato in tale operazione. Ma un tal gas ha le stesse proprietà dell' altro, che si è ottenuto facendo agire l'acido solforico allungato coll'acqua sul solfuro di ferro (§. 1173.). Dunque quel gas, che si è ottenuto nella precedente sperienza dev'essere pure una combinazione dell' idrogene dell' acqua collo zolfo investiti dal calorico.

§. 1175. *Scol.* Il gas idrogene solforato trovasi in alcune acque minerali, che per tal ragione diconsi *solfuree*, com'è quella, che quì in Napoli scaturisce da un luogo della contrada S. Lucia.

INSTITUZIONI

DI

FISICA SPERIMENTALE

LIBRO UNDECIMO

DELLA NATURA DELL'ARIA E DELL'ACQUA,
E DELLA COMBUSTIONE.

C A P. I.

DE' PRINCIPII COMPONENTI DELL'ARIA E DI ALCUNE
PROPRIETÀ DELLO STESSO FLUIDO.

PROP. I. TEOR.

§. 1176. *L'aria pura non è un elemento semplice, come credeasi dagli Antichi, ma è un composto di circa un quinto del suo volume di gas ossigene con quattro quinti in circa di gas azoto, e di una picciolissima quantità di gas acido carbonico.*

L'esistenza del gas acido carbonico nell'aria si manifesta qualora si agiti un recipiente, nel quale oltre all'aria vi sia anche l'acqua di cal-

ce, che attraendo quel gas, s' imbianchisce. La quantità poi di un tal gas in un dato volume di aria pura si fa ascendere dai Chimici a meno di un millesimo di esso volume.

Intanto prendasi un tubo cilindrico (*fig. 4.*) ABCD di cristallo, di un diametro alquanto grande, e che abbia le pareti assai resistenti, e che sia aperto in una delle estremità e chiuso nell' altra da una lamina metallica congiunta nel suo mezzo ad un tubo IK traversato da una chiave, mercè la quale si possa aprire ed intercettare la comunicazione tra la capacità del tubo ABCD ed il di fuori, e mantenendo chiusa tal comunicazione si rovesci il tubo ABCD, e riempitolo di mercurio si ponga colla sua base aperta sulla tavoletta del tino idrargiro-pneumatico, ove vi s' introduca un volume di aria pura, che si concepisca divisa in 100 parti uguali. Di poi nello stesso tubo ABCD ripieno in parte di mercurio ed in parte di aria vi s' introduca un volume di gas idrogene uguale al volume di aria in esso contenuta; e finalmente sul miscuglio dei due fluidi elastici contenuti nel tubo ABCD si faccia cadere la scintilla elettrica o la luce del sole concentrata per mezzo di una lente o di uno specchio ustorio. Si avrà una forte detonazione accompagnata da sviluppo di calorico e di luce, ed oltre ad un poco di acqua rimarranno nel tubo ABCD solo 137 parti di un fluido aeriforme. Dunque nella combustione da 63 parti dei mentovati fluidi elastici si è formata l' acqua. Ma l' acqua si ottiene accendendo un volume di gas ossigene col doppio volume di gas idrogene (§. 995.). Dunque delle 63 parti di fluidi aeriformi, da cui si è

formata l'acqua, 21 debbono essere di gas ossigene e 42 di gas idrogene. Il perchè se nelle 100 parti di aria atmosferica mescolate con 100 parti di gas idrogene contenevansi circa 21 parti di gas ossigene, e 79 parti in circa di gas azoto; le 137 parti residue di fluido aeriforme del recipiente debbono contenere 58 parti di gas idrogene, e 79 di gas azoto. Onde se quelle 163 parti di sostanze gassose si mescolino con un volume di 29 parti di gas ossigene, e poi sul miscuglio si faccia cadere la scintilla elettrica, o la luce del sole concentrata, combinandosi le 58 parti di gas idrogene colle 29 di gas ossigene, si formerà l'acqua, e ne risulteranno 79 parti in circa di gas azoto. Dunque nell'aria atmosferica, prescindendo dal gas acido carbonico e dai vapori acquosi, si contengono circa 0,21 del suo volume di gas ossigene con 0,79 in circa di gas azoto.

§. 1177. *Cor. I.* L'analisi dell'aria eseguita col metodo quassù indicato, o con altro, che dai Chimici vien proposto, ha dato sempre risultati pressochè identici riguardo alle proporzioni e quantità dei principii componenti di essa, in qualunque luogo della superficie terrestre, ed a qualunque altezza l'aria sia stata raccolta. Dunque potrà conchiudersi, che prescindendo dai vapori e dalle esalazioni, l'atmosfera terrestre vien formata da circa 0,21 del suo volume di gas ossigene mescolato con 0,79 in circa di gas azoto, e con 0,001 in circa di gas acido carbonico.

§. 1178. *Cor. II.* E poichè l'ossigene ha diversi gradi di affinità con molte sostanze, e principalmente (§§. 1127, 1128) coi metalli, e tali gradi di affinità si aumentano a misura che in virtù del calore

si diminuisce la forza di coesione delle particelle di quelle sostanze; l'è chiaro, che il gas ossigene dell'aria atmosferica spesso si debba combinare con talune sostanze, e principalmente coi metalli, ai quali fa perdere il colore, ed il lustro, e li rende più pesanti. Quindi si spiega per qual ragione si arrugginiscono i ferri ed altri metalli qualora trovansi esposti all'aria.

§. 1179. *Esp. I.* Da sperienze accuratamente instituite dal Chiaris. Teodoro de Saussure si è rilevato, che in està in un dato volume di aria si contengono 0,000713 di gas acido carbonico, ed in inverno se ne contengono 0,000479 dello stesso volume.

§. 1180. *Scol.* Quantunque sembri a ciascuno, che l'aria sia priva di sapore e di odore; pur non di meno la lunga abitudine non può permettere agli uomini di distinguere se l'aria eserciti alcuna azione sugli organi del gusto e dell'odorato. D'altronde le grida, che fanno i bambini appena nati, il dolore, che l'aria eccita nelle piaghe, nelle ferite, ed in tutte le parti del corpo umano private dell'epiderme, la viva impressione, che essa fa sù i nervi scoperti, la carie, che produce nelle ossa spogliate del periosto, l'ostacolo, che presenta alla guarigione delle piaghe, anche dei vegetabili, quando le sieno continuamente accessibili, ne fanno opinare, che essa agisca potentemente anche su i nervi destinati al gusto ed all'odorato; cioè che essa sia dotata di odore, e di sapore.

DELLE CAGIONI, CHE RENDONO L'ARIA PIU' O MENO
INSALUBRE.

§. 1181. *Esp. II.* Se ad un uomo sano fac-
ciasi respirare l'aria atmosferica contenuta in un
recipiente; a capo di qualche tempo quell'aria
si troverà impregnata di vapori acquosi e disa-
datta poterla più respirare. Or esaminando l'aria,
di cui trovasi ripieno il recipiente dopo tale ope-
razione, essa si troverà un misto di gas azoto,
di gas acido carbonico, e di una picciola quan-
tità di gas ossigene. Ma dalle sperienze istituite
da Allen e Pcpys si rileva, che di tanto diminui-
sce il gas ossigene in ciascuna respirazione, di
quanto si aumenta il gas acido carbonico: anzi
la quantità del gas acido carbonico formato è un
poco minore di quella del gas ossigene assorbito.

§. 1182. *Cor. I.* Dunque gli uomini, e lo
stesso intendasi degli altri animali a polmone,
ispirando assorbono il gas ossigene dall'aria
atmosferica, ed espirando producono acqua e gas
acido carbonico. Oltre a che sembra, che tutto
l'ossigene consumato in ciascuna ispirazione s'im-
pieghi a formare il gas acido carbonico, e che il
vapore acquoso mescolato coll'aria espirata esali
forse dalla superficie dei vasi, come esala da ogni
membrana interna, che venga esposta all'aria.

§. 1183. *Cor. II.* Il perchè quantunque non
voglia concedersi, che dentro ai polmoni si for-
mi l'acqua dalla combinazione dell'ossigene ispi-
rato coll'idrogene, che si separa dal sangue; egli
è certo, che vi si forma l'acido carbonico: e
quindi si può stabilire, che per la respirazione
si producano delle combinazioni di ossigene.

§. 1184. *Esp. III.* Gli animali a polmone possono respirare solo quell'aria, nella quale trovansi una conveniente dose di gas ossigene, e non possono mantenersi in vita se quell'aria non venga continuamente rinnovata. Ma non tutti per poter respirare esigono un'aria ugualmente ossigenata. In fatti gli uccelli e gli uomini per vivere hanno bisogno di respirare un'aria com'è l'atmosfera; laddove quegli animali, che durante l'inverno non respirano, e rimangono assiderati e quasi morti, come sono le marmotte, i ghiri, ec., possono vivere anche in un'aria, che contenga assai meno di gas ossigene dell'atmosfera.

§. 1185. *Esp. IV.* Dalle sperienze di M. La Metherie si rileva, che ciascun uomo in un'ora assorbisca 360 pollici cubici di gas ossigene; laddove M. Seguin ha rilevato, che tale assorbimento ascenda ad un piede cubico, e l'Chiaris. Humphry Davy il fa montare a 361 pollici inglesi in ogni 10 minuti primi. Or prendendo il medio aritmetico tra questi risultamenti e quelli ottenuti da altri Chimici, si può rilevare, che in ciascun giorno ogni uomo assorbisca circa 25 piedi cubici di gas ossigene.

§. 1186. *Cor. I.* Dalle due precedenti sperienze, e da ciò che fu detto nel §. 1126 si rileva, 1.º che debba rendersi poco atta alla respirazione l'aria di una stanza chiusa, che quantunque assai grande sia abitata da un gran numero di persone, o che essendo stretta sia abitata da un picciol numero di persone o anche da una sola; 2.º che debba rendersi poco atta alla respirazione l'aria di una stanza, che essendo abitata da molte persone abbia le aperture situate in tal modo che l'aria ivi racchiusa non possa rin-

novarsi ; 3.^o e finalmente che debba essere poco atta alla respirazione l'aria di quei luoghi rinchiusi, e non ventilati, nei quali si tengono molte candele accese, ed anche una sola per molto tempo.

§. 1187. *Cor. II.* Adunque l'è assai pregiudizievole il costume di fare abitare numerose famiglie in piccole case, ed in istrade anguste. E quindi in parità di circostanze dev'essere più vantaggioso alla salute il menar vita in campagna, ed in luoghi poco popolati, che abitare in grandi Città, ed assai popolate.

§. 1188. *Esp. V.* L'aria delle cantine, che non hanno spiragli, e che si tennero lungo tempo chiuse, è poco atta alla respirazione, e sovente è tanto micidiale, che gli uomini costretti a respirarla in breve tempo vi periscono. Il che sovente avviene anche nelle miniere, ove spesso incontrasi il gas acido carbonico in tanta abbondanza, che giunge fino a 0,07 dell'intero volume dell'aria, e quindi esso esercita un'azione micidiale alla salute degli operai. In generale quando la quantità del gas acido carbonico contenuta nell'aria giunge a 0,09 del volume di questa, tale aria diviene soffocante ; poichè essa contiene a un di presso tanto gas acido carbonico, quanto se ne contiene ordinariamente nell'aria espirata.

§. 1189. *Os. I.* Appena che gli animali cessano di vivere, e le piante di vegetare, le di loro sostanze manifestano un certo movimento intestino, ed una certa effervescenza, che dicesi *putrefazione*, mercè la quale esse cominciano a rammollirsi, perdono la loro forma, cangiano il colore, e di poi l'odore. Onde i principii elemen-

tari di esse entrando in novelle combinazioni ed investiti dal calorico formano alcuni fluidi aeriformi, i quali non sono atti alla respirazione; e perciò trasfondendosi nell'atmosfera ne alterano la purità.

§. 1190. *Os. II.* Dai giornalieri effetti, che avvengono in Natura si può facilmente ravvisare coll'ajuto dell'immaginazione la quantità immensa di differenti fluidi aeriformi, che si mischiano coll'atmosfera. In fatti oltre al gas acido carbonico prodotto dalla respirazione degli animali (§. 1182.), e di quegli altri gas, che si sviluppano dalle sostanze in putrefazione (§. 1189.), si mischiano pure coll'atmosfera 1.^o diversi vapori micidiali, che si sollevano da differenti luoghi della Terra, e che diconsi *mosfete* (§§. 1141, 1160, 1170); 2.^o le particelle esilissime e volatili di quei corpi, che strappati dalle viscere della Terra sono infiammati e scomposti nel seno dei Vulcani; 3.^o quei fluidi, che si sollevano dalle fogne, dai macelli, dalle stalle, e da quegli altri luoghi, ove per differenti generi di mestieri si fanno diverse combinazioni e decomposizioni, si fanno fermentare liquori, si producono diverse effervescenze, ec.

§. 1191. *Cor. I.* Dunque l'aria in breve tempo renderebbesi un mortifero veleno, se la provida Natura non fosse doviziosa di mezzi, onde scomporre quei fluidi disadatti alla respirazione, e che di continuo si mischiano con essa facendoli entrare in novelle combinazioni. In fatti le acque sparse sulla superficie della Terra, ed assottigliate in leggerissimi vapori nel seno dell'atmosfera, sono attissime a combinarsi colla più parte di quei gas, ed a tenerli inceppati tra le loro sostanze.

Onde riuscendo più pronta ed energica una tale combinazione, qualora vi concorra una certa agitazione (§. 1159.); non dovrem riguardare come disordini, e scombussolamenti di Natura le piogge dirette, i tempestosi nembi, e le fiere burrasche, le quali agitando violentemente di tratto in tratto l'atmosfera, tendono efficacemente a purgare l'aria dei vapori micidiali, ed a renderla più atta agli usi della vita. Che se dall'assorbimento del gas acido carbonico le acque non contraggono alcun sapore di acidità (§. 1159), ciò probabilmente nasce o per cagione dell'immensa copia di esse, che vietano a quello di manifestare la sua presenza, o perchè l'acqua possiede la proprietà di scomporre quel gas dopo di averlo tenuto avvolto per molto tempo.

§. 1192. *Cor. II.* E poichè da accurate sperienze si è rilevato, che rendesi disadatta alla respirazione quell'aria, nella quale il gas azoto si trovi in maggior dose rispetto al gas ossigeno di quello, che si rinviene nell'aria atmosferica, e da altre sperienze si è poi rilevato, che la proporzione di quei due gas nell'aria atmosferica è sempre ed ovunque la medesima (§. 1177.) 2 l'è chiaro, che l'infezione dell'aria in quei luoghi, ov'essa trovasi micidiale, non debba essere prodotta dal predominio del gas azoto, ma debba dipendere dalle impurità, o miasmi di altra natura, dei quali non si hanno ancora esatte conoscenze.

§. 1193. *Esp. VI.* L'Illustre Dottor Priestley da molte sperienze da se istituite rinvenne, che le piante di fragole, la santoreggia, il prezzemolo, la menta, ed altri vegetabili di simil natura hanno la proprietà di purificar l'aria, che siasi resa mo-

felica per mezzo della respirazione , o col farci bruciare dentro una candela, ecc.; laddove da altre sperienze egli ottenne un risultamento contrario. Il perchè il Chiarissimo Giovanni Ingenhousz nell' anno 1779, volendo determinare quali effetti produconsi dalla vegetazione delle piante sull' aria atmosferica, istituì più centinaja di sperienze, da cui si rilevò , 1° che tutte le piante posseggono la proprietà di migliorare l' aria, nella quale vegetano, qualora si trovano direttamente esposte alla luce del sole; 2° che il detto effetto è più o meno energico , secondo che il Cielo è più o meno sereno; 3° che le piante non solo in tempo di notte , ma eziandio quando si trovano all' ombra di altri alberi , ovvero di edifizii contaminano l' aria adjacente, e la rendono nociva agli animali; 4° che l' effetto di purificar l' aria producesi non solo dalle piante salubri, ma eziandio da quelle , che sono velenose e micidiali, e non già da tutta la pianta, ma solo dalle foglie e dagli steli; 5° che i fiori, le frutta, e le radici strappate da terra infettano l' aria notabilmente sì di notte , che di giorno; 6° che i vegetabili esposti ai raggi del sole migliorano l' aria col cacciare dalla loro sostanza una copiosa quantità di gas ossigene puro, e coll' assorbire dall' aria atmosferica il gas acido carbonico, ch' è attissimo al loro nutrimento; 7° che i vegetabili esposti all' ombra, e molto più in tempo di notte, emettono un' aria di cattiva indole; 8° che la quantità di gas ossigene, che i vegetabili esposti alla luce del sole trasfondono nell' atmosfera, è più abbondante e più puro , a misura che le foglie sono più vegete ed adulte; 9° e che la quantità di gas ossigene, che i vegetabili somministrano in

tutto il tempo, in che vengono percossi dai raggi del sole, è molto maggiore della quantità di aria nociva, che essi spargono in tempo di notte.

§. 1194. *Cor. I.* E poichè dalle sperienze si è rilevato, che le piante inaffiate con acqua scevra di gas acido carbonico, quantunque esposte ai raggi del sole, non producono gas ossigene, e tra i loro componenti si rinviene picciola quantità di carbonio; l'è ragionevole il supporre col Sennebier ed altri, che l'acido carbonico assorbito dalle piante dall'aria atmosferica, e dall'acqua, colla quale vengono innaffiate, si decomponga per mezzo dell'azione della luce solare in ossigene e carbonio; delle quali sostanze la prima investita dal calorico si converte in fluido elastico, e la seconda serve di nutrimento alla piante medesime. Che se nell'esposta operazione non vi concorra l'azione diretta della luce solare; l'acido carbonico assorbito dalle piante o vien decomposto in parte, o non viene affatto decomposto. E quindi esso investito dal calorico riprende lo stato aeriforme, e si trasfonde dalle piante nell'atmosfera. Il perchè in tal caso le piante in vece di purgare l'aria, la infettano.

§. 1195. *Cor. II.* Essendo la quantità di gas ossigene, che i vegetabili trasfondono nell'atmosfera in tutto il tempo del giorno, in che si trovano direttamente esposti alla luce del sole, assai maggiore della quantità di gas acido carbonico, che essi trasfondono in tempo di notte, e quando non si trovano direttamente esposti alla luce del sole (§. 1193 n.º 9º): e per lo contrario la quantità di gas acido carbonico, che essi assorbono nel primo caso maggiore di quella, che essi trasfondono nel secondo; l'è chiaro, 1º che

almeno (§. 1182.) una porzione del gas ossigene, che si consuma nella respirazione degli animali, ed in altre operazioni venga somministrata di bel nuovo dalle piante, che l'esalano dalla loro sostanza; 2° e che almeno una porzione del gas acido carbonico, che si forma nella respirazione degli animali, ed in altre operazioni, venga assorbito dalle piante.

§. 1196. *Cor. III.* Adunque l'è molto vantaggioso alla salute il respirare in tempo di giorno l'aria dei giardini, o in generale quella di campagna, specialmente quando vi sieno acque correnti, le quali sono attissime ad assorbire il gas acido carbonico (§. 1159). Ma il respirare quell'aria in tempo di notte non è molto pernicioso; poichè la traspirazione dei vegetabili si scema di molto in tempo di notte, e la picciola quantità di aria malsana, che essi trasfondono nell'atmosfera nel detto tempo viene efficacemente corretta dalla grande abbondanza di gas ossigene, che essi hanno somministrato nel precedente giorno.

C A P. III.

DELLE PROPRIETÀ DELL'ACQUA NELLO STATO LIQUIDO E DELLA NATURA DI ESSA.

§. 1197. L'acqua esiste in tre differenti stati, cioè di solidità, di liquidità, e di fluido elastico non permanente. Essendo essa una sostanza, per mezzo della quale molti fenomeni si manifestano; l'è convenevol cosa esporre qui particolarmente le proprietà, che ritiene in ciascuno di quei tre stati, ed investigarne la natura.

§. 1198. *Os. III.* L'acqua pura nello stato liquido si manifesta insipida, senza colore, senza odore, e trasparente.

§. 1199. *Scol.* L'acqua può mantenere la sua trasparenza anche quando contiene altre sostanze ad essa eterogenee, purchè queste vi si trovino perfettamente disciolte. Dunque l'acqua, che ha un qualche sapore, odore, o colore, o ciascuna di queste proprietà, quantunque sia assai trasparente, dev'essere impura.

PROP. II. TEOR.

§. 1200. *L'acqua non è sensibilmente, nè permanentemente compréssibile.*

Per la dimostrazione di questa verità leggasì quanto su esposto nel §. 210.

PROP. III. TEOR.

§. 1201. *Le particelle dell'acqua hanno tra se un'attrazione molto sensibile.*

Dim. Qualora intingasi un dito nell'acqua, che trovasi entro ad un vase, e di poi si sollevi; si forma nella estremità del medesimo una goccia, le cui particelle inferiori non obbediscono alla gravità per cagione dell'aderenza, che hanno colle contigue. E se sulla superficie di una massa di acqua si pongano dolcemente o degli aghi sottili, o dei piccioli frammenti di laminette metalliche bene asciutti, tali frammenti restano sulla medesima senza profundarvisi; poichè la reciproca attrazione, onde le particelle dell'acqua tendono a stare unite, è maggiore della gravità dei detti corpicciuoli, che tende a disgregarle.

§. 1202. *Cor.* Dalla reciproca attrazione delle particelle dell'acqua si rileva, che i venti, quantunque assai impetuosi, non possono dissipare le acque dei mari, dei laghi, dei fiumi, ec. come dissipano la polvere delle strade, ancorchè questa sia due o tre volte specificamente più grave dell'acqua.

PROP. IV. TEOR.

§. 1203. *L' acqua pura non è un elemento semplice, come credevasi dagli Antichi, ma essa è formata dal gas ossigene e dal gas idrogene intimamente combinati nel rapporto di un volume del primo con due del secondo.*

Questa verità si rileva da ciò che fu esposto nel §. 995.

§. 1204. *Cor. I.* La quantità di acqua, che i corpi composti producono bruciandosi, è tanto maggiore, per quanto maggiore è la quantità dell'idrogene, che essi contengono; poichè l'idrogene del corpo bruciato combinandosi coll'ossigene di esso corpo, o con quello dell'aria atmosferica, o coll'uno e coll'altro insieme, produce una quantità di acqua, che dev'essere tanto maggiore, per quanto maggiore è l'idrogene, che contenevasi in quel corpo. Quindi si rileva per qual ragione talvolta il peso dell'acqua ottenuta dalla combustione superi quello del corpo bruciato: il che si osserva qualora si brucia lo spirito di vino in un recipiente chiuso, e pieno di aria atmosferica.

§. 1205. *Cor. II.* E poichè l'acqua vien formata dalla combinazione ed intima unione di un volume di gas ossigene col doppio volume di gas idrogene, o da parti 88,9 in peso di ossi-

gene combinato con parti 11, 1 in peso di idrogene; l'è chiaro, che essa possa scomporsi nei suoi principii elementari qualora si presenti un corpo, che per una prevalente affinità le tolga l'ossigene, ovvero l'idrogene. I corpi combustibili decompongono l'acqua togliendole l'ossigene, che ha con essi maggiore affinità, che coll'idrogene: il calorico facilita tal decomposizione in virtù della sua grande affinità per l'idrogene, che per unirsi ad esso abbandona l'ossigene: e sovente avviene, che quei corpi, i quali a freddo non decompongono l'acqua, la decompongono in virtù del calorico. Ma le piante, che nutrisconsi di sola acqua combinata col gas acido carbonico, hanno tra loro componenti l'idrogene e l'carbonio, e quando son percosse dalla luce solare esalano per mezzo delle foglie il gas ossigene. Dunque esse si appropriano l'idrogene dell'acqua, e lasciano libero l'ossigene.

§. 1206. *Cor. III.* Dall'affinità dei metalli coll'ossigene deriva, che quando quelli si trovano esposti all'aria umida si appropriano l'ossigene dei vapori acquosi e quindi si arrugginiscono in un tempo più breve di quello, che se essi fossero stati esposti all'aria asciutta (§. 1178).

§. 1207. *Esp. VII.* Dalle inchieste dei Chimici sulle diverse acque, che la Natura in tanta copia a noi ne offre, si è rilevato, che l'acqua nel suo stato naturale non mai si rinviene intieramente scevra da qualunque sostanza ad essa eterogenea, ed a misura che essa trovasi più o meno impregata di talune sostanze, o di alcune piuttosto che di altre, o di talune sostanze, che non si rinvergono nell'acqua potabile unitamente ad una temperatura alquanto elevata, si distinguono in

crude, *molli*, *medicinali* o *minerali*; di cui quelle, che trovansi ad una temperatura superiore all' atmosferica, si dicono *termali*. Intanto l' esistenza di alcune sostanze nelle diverse acque, indipendentemente dalle analisi fatte dai Chimici, si rende manifesta dalle diverse proprietà, che tali acque posseggono, non essendo esse ugualmente atte a cuocere i legumi, a sciogliere il sapone, a fare del buon pane, del tè, del caffè, alla manifattura delle tinte, e ad altre operazioni di simigliante natura.

PROP. V. PROBL.

§. 1208. *Indicare gli effetti, che vengono prodotti dall' acqua in virtù della sua affinità con molte sostanze.*

La grande affinità, che ha l' acqua con un gran numero di corpi, la rende il dissolvente più efficace, che siavi in Natura dopo il calorico, e forse a ciò vi contribuisce anche la somma picciolezza dalle sue particelle; poichè le sostanze vegetabili ed animali, ed alcune del regno minerale ne vengono penetrate in modo, che crescono di volume e di peso, come lo indicano le corde di budella, le pelli, i telai delle finestre, le porte, i forzieri, ed altri simili lavori di legno, i quali allor che non sono bene stagionati, o ricoperti di vernice talvolta non si possono chiudere in tempi assai umidi; e negli aumenti di temperatura dell' atmosfera quei corpi si screpolano, si fendono, si distaccano nelle loro commessure con uno scoppio considerevole, per cagione degli aumenti di volume, che acquistano le particelle acquose in essi intromesse. Ma talune spe-

zie di terre, le gomme, ed altre sostanze di simil natura vengono dall' acqua disciolte. Per l'efficacia, che l'acqua possiede d'internarsi nei pori dei corpi, e di tenere in dissoluzione taluni sali, alcune specie di gas, ed altre simili sostanze, riesce essa attissima, anzi necessaria non solo alla vita degli animali, ma eziandio alla vegetazione delle piante, nelle quali fa da veicolo di quelle sostanze tanto per la via delle radici, che pei pori assorbenti delle foglie, che sono i due organi principali, per cui i vegetabili assorbono il loro nutrimento: il che rendesi manifesto dal vedere, che immergendosi le radici e le foglie di una pianta in un liquore colorato ne viene questo assorbito, ed introduceasi agevolmente nei vasi, e negli organi della pianta medesima. Ora introdotti quei principii negli organi delle piante col veicolo dell' acqua, formano unitamente a questa un fluido omogeneo, qual' è il succo di esse, che ne va successivamente distendendo i vasi: posto poi un tal fluido in circolazione, si va esso modificando, cangiando natura, e rendesi atto in virtù di particolari affinità, ed in virtù delle secrezioni convenienti, a formare i materiali diversi dei vegetabili. Questi essendo liquidi nella loro origine, cominciano ad addensarsi, e perdono a gradi il fluido dissolyente; tal che giunti finalmente nello stato di solidità, cagionano lo sviluppo, e l'accrescimento delle piante. Intanto tutto ciò, che vi è di superfluo ne vien cacciato fuori per le vie idonee in forma di liquido, o pure svapora pei pori delle foglie a guisa di fluido aeriforme.

C A P. IV.

DELL' EBOLLIZIONE DELL' ACQUA , E DEI VAPORI
DI ESSA.

PROP. VI. PROBL.

§. 1209. *Esporre i fenomeni, che nell' acqua contenuta in un vase posto sul fuoco han luogo prima dell' ebollizione.*

Le particelle del calorico dopo di aver traversato il fondo del vase ne investono le particelle di acqua, che sono in contatto con esso, le quali si dilatano, e rendonsi specificamente più leggieri delle rimanenti. Ma le particelle di aria, che si trovano mescolate coll' acqua, si dilatano maggiormente, ed acquistando la figura di piccioli globi, si sollevano a traverso dell' acqua, e diminuiscono la pressione sulle sottoposte colonne di acqua. Onde avviene, che le particelle di acqua, che sono in contatto colle superficie di quei globetti, potendo facilmente cedere alla forza espansiva del calorico, si riducono immediatamente in vapori. Il perchè alle bolle di aria, che si sollevano, e spingono in alto l' acqua soprastante, si uniscono le bolle di vapore, che successivamente si formano nell' interno dell' acqua. Or se l' acqua non trovasi avere acquistata la temperatura necessaria a ridursi in vapore; cioè se la forza espansiva del calorico non è ancor giunta a prevalere notabilmente in tutta la massa dell' acqua, quei vapori cedendo all' acqua una porzione del calorico, che gl' investe, si riducono di bel nuovo in acqua, l' aria si condensa, e l' acqua, che quei vapori sollevavano, ricade a basso. La qual

cosa succedendo contemporaneamente in un gran numero di particelle, si produce nella massa liquida una specie di fremito o rumore, che talvolta è molto sonoro, specialmente quando il vase contiene poc' acqua. Ridotta poi la forza espansiva del calorico a tale energia, e la massa liquida a tal temperatura, che le bolle vaporose traversandola si mantengono nello stato elastico, cessa il rumore, da tutte le parti dell' acqua si sollevano i vapori, e l' acqua bolle. Adunque il carattere proprio dell' *ebollizione* è l' indissolubilità del vapore nel liquido, in cui si forma.

§. 1210. *Cor. I.* E poichè l' acqua non può ridursi in vapore se prima non assorbisca tal quantità di calorico, che ne disgreghi le particelle di essa, vincendone la forza, onde queste si tengono tra se unite (§. 1201.), e quella colla quale l' aria atmosferica colla sua pressione, resiste ad una tal separazione; l' è chiaro, che se in parità di circostanze si accresca o si scemi la pressione della colonna di aria, che soprasta all' acqua posta entro un vase, si dovrà aumentare o diminuire il grado di calore, che vi bisogna affinchè l' acqua possa bollire. Il che vien confermato dalle sperienze instituite dai sigg. De Luc, Shuckburg, Saussure, ed altri. In fatti il Saussure osservò, che verso la vetta del monte bianco l' acqua non bolliu alla temperatura di 212 gradi del termometro di Farenheit, come avviene allor che la pressione atmosferica n' è indicata dall' altezza barometrica di 27 pollici e mezzo, ma che essa bolliu alla semplice temperatura di 187 gradi dello stesso termometro. Oltre a che le sperienze instituite colla macchina pneumatica han fatto conoscere, che il grado di calore necessario a far

bollire l'acqua posta in un vase, che trovasi sotto al recipiente di essa macchina, diminuisca a misura che scema la pressione dell'aria contenuta nello stesso recipiente: il che avviene pure agli altri liquidi. Ma l'acqua rimane nello stato liquido anche ad una temperatura assai maggiore di quella, che vien indicata da 100 gradi del termometro centigrado, qualora aumentasi notabilmente la pressione sulla sua superficie. In fatti se un vase metallico assai resistente riempito di acqua fino a quell'altezza, che ne piace, si chiuda esattamente con un forte coperchio, il quale vi si fermi per mezzo di viti, e poi si esponga alla continuata azione di un intenso grado di calore; sarà tale la temperatura, che si potrà far concepire all'acqua, che se in essa si trovi un pezzo di osso, ovvero di piombo, di stagno, ec., quello si ridurrà in una specie di gelatina, e questi si fonderanno: il che avverrà per cagione dell'enorme pressione, che i vapori della medesima acqua faranno sulla superficie di essa.

§. 1211. *Cor. II.* Il perchè in una massa di acqua bollente di una considerabile altezza la temperatura dee decrescere dal basso in alto; il che vien confermato dalle sperienze di Leslie.

§. 1212. *Cor. III.* E poichè quando l'acqua comincia a bollire i vapori di essa non le cedono parte alcuna del calorico, che gl'investe, anzi quei vapori essendo dotati di gran forza espansiva rendonsi atti ad assorbire dai corpi contigui, che di essi sono più caldi, altra quantità di calorico; l'è chiaro, che dal fondo del vase, ove l'acqua si contiene, esposto alla sorgente del calore, debba l'acqua prossima a ridursi in vapore assorbire

gran quantità di calorico. Dunque le saldature delle cafettiere, e le stagnature delle caldaje, poste piene di acqua o di altro liquido sul fuoco, non potranno mai concepire quel grado di calore, che vi bisogna per potersi fondere, a cagione dei vapori, in che convertesi l'acqua, i quali assorbono rapidamente da quelle tutta la quantità di calorico, che supera l'altra, che vi bisogna a ridurre l'acqua nello stato di ebollizione.

§. 1213. *Cor. IV.* Il perchè qualora un vase aperto pieno di acqua si ponga sul fuoco, le pareti di esso non potranno mai concepire un grado di calore superiore a quello dell'acqua bollente. Intanto se la superficie esteriore del vase si trovi coperta da uno strato di nero di fumo, come nelle caldaje, che più volte sono state adoperate, discostando quel vase dal fuoco mentre l'acqua vi bolla, se ne potrà impunemente toccare il fondo e qualunque altro luogo delle pareti, riscaldandosi appena la mano; laddove si soffrirà la scottatura dell'acqua bollente quando la superficie esteriore di quel vase conservi il lustro metallico. Or questa differenza di risultamenti vien certamente prodotta da quello strato carbonoso, che nel primo caso ne ricopre il fondo e le pareti del vase, e che per essere assai scabroso si raffredda facilmente (§. 827 n.° 1°), e per essere di nero di fumo non è atto a trasmettere il calorico dell'acqua e delle pareti metalliche dello stesso vase (§. 812.), le quali cose non han luogo nel secondo caso.

§. 1214. *Def. I.* I vapori dell'acqua e di altri liquidi si dicono *perfetti*, se essi sieno intieramente trasparenti, e si dicono *imperfetti* o *vescicolari*, se sieno alquanto opachi, e somiglianti a vescichette liquide.

§. 1215. *Def. II.* La riduzione dell'acqua e di altri liquidi in vapori dicesi *vaporizzazione*, se venga formata dall'energica azione del calorico nell'interno della massa liquida, siccome avviene nell'ebollizione. E tal riduzione dicesi *evaporizzazione*, se formisi tranquillamente sulle superficie dei liquidi a qualsivoglia temperatura.

§. 1216. *Esp. VIII.* I liquidi evaporabili evaporano a qualunque assai bassa temperatura: i vapori, che si formano, sono sempre fluidi elastici, e l'evaporizzazione si fa più abbondantemente allora che la temperatura del mezzo, in cui si solleva il vapore, si trovi assai minore di quella del liquido evaporante. Qualunque poi sia la temperatura di tal liquido, essa va continuamente diminuendosi a misura, che si forma maggior copia di vapori, e maggiore è lo spazio, che questi occupano.

§. 1217. *Cor. I.* E poichè il calorico tende a porsi in equilibrio nei varii corpi (§. 805) con tanto maggior impeto, per quanto maggiore è la differenza di temperatura di essi corpi; l'è chiaro, che le spinte, che le particelle del calorico ne arrecano alle particelle dei liquidi evaporabili, debbano essere tanto più energiche, per quanto minore è la temperatura dell'aria rispetto a quella del liquido, che in essa evapora. Dunque da una massa liquida, che evapora, n'escano contemporaneamente il calorico e le particelle di liquido.

§. 1218. *Cor. II.* E di quì si rileva 1° per qual ragione qualora la palla di un termometro si bagni con acqua, con spirito di vino, o con altro liquido evaporabile si scorge, che mentre dura l'evaporazione di tal liquido ne diminuisce

l'altezza della colonna di mercurio nello stesso termometro; 2° per qual ragione ungendosi tutto il corpo di etere solforico, ch'è un fluido assai volatile, e quindi facendolo svaporare da se, rimanendo intieramente nudo, si perde tal quantità di calorico durante l'evaporazione, che continuando ad ungersi il corpo collo stesso fluido, si può restare agghiadato dal freddo anche all'aspetto del più cocente sole di state; 3° per qual ragione una corrente di aria diretta sul nostro corpo ne fa diminuire il naturale grado di calore; poichè quella corrente trasportando seco gran quantità di esalazioni del nostro corpo, che non trovavansi ancora perfettamente sciolte, seco trasporta ancora una gran quantità di calorico; 4° e per qual ragione si ottenga un grande sviluppo di calorico qualora una massa di vapori si condensi per qualsivoglia cagione.

§. 1219. *Esp. IX.* Dalle sperienze istituite da Saussure e da altri si rileva, che in parità di circostanze da una massa di acqua terminata da una data superficie in un dato tempo si forma maggiore o minore quantità di vapori, secondo che n'è minore o maggiore la pressione, che l'atmosfera fa su quella superficie.

§. 1220. *Cor. I.* Adunque i vapori acquosi, che si rinvencono nell'atmosfera, non debbono essere prodotti dall'affinità tra l'aria e l'acqua: e se scorgesi trasparente una massa di aria, nella quale si contenga una copiosa quantità di vapori perfetti, ciò avviene per essere i vapori anch'essi trasparenti, com'è l'aria.

§. 1221. *Cor. II.* E poichè il vapore è un fluido espansibile, e quindi composto di parti staccate, che scambievolmente si respingono; l'è

chiaro, che insinuandosi queste tra i pori dell'aria ne diminuiscono la pressione atmosferica.

PROP. VII. PROBL.

§. 1222. *Indicare il mezzo, onde il Chiaris. M. Gay-Lussac è pervenuto a determinare il volume, che occupa una data massa di acqua ridotta in vapore sotto una data pressione atmosferica, ed una data temperatura.*

Sol. I. Prendasi un tubo cilindrico di vetro ermeticamente chiuso da una parte, ed aperto dall'altra, che abbia un diametro alquanto maggiore di quello del tubo barometrico, e non sia più lungo di 30, o 31 pollici, ed esso si divida in parti di uguali capacità.

II. Si riempia di mercurio un tal tubo, e poi mantenendone otturata l'estremità aperta, si porti questa entro al mercurio posto in una vaschetta di ferro, ove quel tubo si ponga in sito verticale.

III. Si ponga un dato volume di acqua ad una data temperatura in un picciolo globetto di vetro, le cui pareti sieno assai sottili, ed otturatane ermeticamente l'apertura, si ponga un tal globetto sotto la colonna di mercurio, che si contiene nel tubo indicato nel numero precedente. Onde essendo il globetto specificamente men grave del mercurio, esso dovrà spingersi entro al tubo fino all'estremità superiore di questo.

IV. In oltre si prenda un tubo cilindrico di cristallo, che sia di un diametro maggiore di quello, nel quale si contiene il globetto di vetro, ed aperto ne' suoi estremi, e tal tubo si ponga verticalmente sul mercurio contenuto nella vaschetta, in modo che esso contenga quello, nel quale si trova il

globetto di vetro, ed abbia la sua estremità inferiore immersa nel mercurio della vasca. Di poi si riempia di acqua pura lo spazio, che trovasi tra l'uno e l'altro tubo, e tutto l'apparecchio si porti sul fuoco di un fornello. Sarà chiaro, che riducendosi all'ebollizione l'acqua del vase debba ridursi alla medesima temperatura il mercurio del tubo, e l'acqua contenuta nel globetto di vetro. Onde riducendosi questa nello stato di vapore ne frangerà le sottili pareti del globettino, e spingendone validamente la sottoposta colonna di mercurio, la deprimerà fino a che la sua forza elastica unitamente al peso della colonna di mercurio, che trovasi al di sopra del livello dell'acqua, faccia equilibrio colla pressione atmosferica indicata dall'altezza barometrica nel tempo di tale esperienza. Or la differenza tra l'altezza della colonna di mercurio, che trovasi al di sopra del livello dell'acqua, e l'altezza del mercurio nel barometro ridotta alla stessa temperatura, ne dinota la forza elastica del vapore dell'acqua bollente: il volume del vapore, in che l'acqua si è ridotta, vien poi determinato da quello, che lo stesso vapore occupa nel tubo. Il perchè con tali dati si può determinare per una data temperatura e sotto una data pressione il rapporto del volume dell'acqua a quello del vapore in che la stessa acqua si converte. Con tal mezzo il Gay-Lussac ha rinvenuto, che alla temperatura dell'acqua bollente, e sotto la pressione atmosferica indicata dall'altezza di 28 pollici del mercurio nel barometro, il volume, che occupa l'acqua ridotta in vapori, è circa 1696 volte maggiore del volume dell'acqua.

§. 1223. *Cor.* E poichè l'assorbimento di calorico, che fa una massa di acqua bollente, ne ri-

duce più facilmente una massa di acqua in vapore, e l'vapore dell'acqua bollente, sotto la pressione atmosferica indicata dall'altezza barometrica di 28 pollici in circa, occupa un volume, che serba a quello dell'acqua a un di presso la ragione di 1696 ad 1; l'è chiaro, che qualora una massa di acqua concepisca istantaneamente un grado di calore superiore a quello dell'acqua bollente, essa riducendosi in vapore dee acquistare una forza espansiva talmente energica, ch'è valevole a vincere la resistenza oppostale da un ostacolo assai poderoso. Il che si sperimenta qualora si versi un poco di acqua sull'olio bollente, sopra un metallo fuso, o sopra altre sostanze; ed è tale la detta forza, che un poco di umidità aderente alla forma di un pezzo di artiglieria cagiona degli effetti pur troppo funesti allor che vien ridotta istantaneamente in vapore dell'azione del calorico del metallo già fuso, che si versi in quella forma, in modo che in taluni casi è stata così energica, che non solo ne ha ridotti in piccioli pezzi la detta forma, e la fornace colla morte degli astanti, ma ne ha fenduto ancora il suolo fino ad una certa profondità.

§. 1224. *Scol. I.* Il Vauban per mezzo di un calcolo fondato sulle sperienze ha rilevato, che dalla forza espansiva di 130 lib. di acqua ridotta istantaneamente in vapore alla temperatura dell'ebollizione si può produrre un effetto esplosivo, che sta a quello prodotto dalla combustione di egual dose di polvere nella ragione di 77:30 a un di presso.

§. 1225. *Scol. II.* La forza, onde il vapore dell'acqua si dilata o tende a dilatarsi per un aumento di temperatura, e che dicesi *tensione*

del vapore medesimo, impiegasi vantaggiosamente a dar moto alle macchine, come uno degli agenti più poderosi, che ne presenti la Natura. Onde affin di valutarne le differenti energie nelle diverse temperature molte sperienze si sono dai Fisici instituite. Su di che potran consultarsi il Tomo I dell' Architettura Idraulica del Prony, il Dalton nel Tomo V della Società di Manchester, ed i Sigg. Southern ed Ure nel Tomo 90 del Journ. de Physique pag. 48. Or la forza espansiva del vapore ne viene diminuita o intieramente distrutta, se nel recipiente ov' esso vapore si contiene, si spruzzi una dose di acqua fredda, che senza cangiare il suo stato di liquidità ne assorbisca una porzione o tutto il calorico latente, che ne ha fatto passare l'acqua dallo stato liquido a quello di fluido aeriforme, e quindi ne riduca il vapore medesimo meno elastico, o nello stato liquido. Il perchè se coll' istesso mezzo, onde fu introdotto il vapore in quel recipiente, altra quantità se ne introduca, potrà di nuovo la forza espansiva di questa esserne interamente distrutta. Queste alternative di nascimento e di distruzione di forze, che possono rendersi a piacere più o meno rapide, e variarsi secondo il bisogno, sono il segreto principale, onde pongonsi in moto quelle macchine, che diconsi *a vapore*, colle quali si estrae l'acqua facilmente dalle miniere, si pongono in moto 50000 ruote in una fabbrica di cotone, si battono 30000 ghinèe al giorno colla sola assistenza di quattro ragazzi, si fanno solcare alle navi le acque dei mari e dei fiumi a dispetto delle calme, delle correnti, e dei venti contrarii, e si producono altri meravigliosi effetti, che prima di applicare la forza del vapore al movimento delle macchine non si seppero ottenere.

DEI FENOMENI DELLA CONGELAZIONE DELL' ACQUA.

§. 1226. *Def. III.* Chiamasi *congelazione* dell'acqua quell'operazione naturale o artificiale, onde l'acqua dallo stato liquido nè passa allo stato solido, nel quale prende il nome di *ghiaccio*.

PBOP. VIII. PROBL.

§. 1227. *Indicare le cagioni, che ne producono la congelazione dell'acqua, e'l modo, ond' esse agiscono in tale operazione.*

I corpi si mantengono nello stato liquido, o in quello di fluidi elastici secondo che la forza espansiva del calorico pareggia o supera quella, onde le parti di essi tendono ad unirsi scambievolmente. Dunque per congelare i liquidi, o sia per consolidarli convien diminuire la forza espansiva del calorico a segno che diventi notabilmente minore dell'attrazione di quelle particelle. Quei Fisici, che han dedotta la congelazione principalmente dall'introduzione di particelle frigorifiche di natura salina nel liquido da congelarsi, hanno gratuitamente supposto, contro le buone regole di filosofare (§. 6), la necessità di un principio, la cui esistenza non è stata mai dimostrata dai fatti. Che anzi le acque, che contengono sali, ne precipitano la maggior parte nel tempo della congelazione, ed i sali sciolti nell'acqua ritardano la congelazione di questa.

Or egli è chiaro, che qualunque sia la legge, cui vada soggetta la forza, onde si attraggono le parti del liquido, che si consolida, l'effetto

dev' essere modificato dalla natura di esse; tal che per certe facce debbono essere attratte con forze maggiori, che per altre. Intanto suppongasì, che in un liquido vada lentamente e tranquillamente affievolendosi la forza ripulsiva, cioè la forza espansiva del calorico; le particelle di esso lentamente e tranquillamente cominceranno ad accostarsi in forza dell'attrazione scambievole. Ma allora che giungono a quella distanza, in cui comincia a rendersi sensibile la forza dipendente dalla figura, esse a poco a poco si volgono, finchè riduconsi scambievolmente opposti i lati, secondo cui maggiormente si attraggono; e quindi pervenendo quelle parti a contatto si dispongono in quella situazione, ch'è necessaria affinchè la cristallizzazione possa formarsi. Il perchè se troppo rapidamente diminuisca la forza espansiva del calorico, o se le parti, che si avvicinano, sieno per qualche ragione disturbate in modo, che non possono prendere le posizioni regolari, che naturalmente affettano; il liquido si consolida più rapidamente, ma le sue parti si dispongono irregolarmente, e non si ha cristallizzazione.

§. 1228. *Cor.* La diversa disposizione, in cui si pongono le particelle dei liquidi allora che si consolidano, è la cagione, onde tra le particelle del ghiaccio, che si forma, vi resti un maggiore o minore numero di pori. Il perchè alcuni liquidi congelandosi diminuiscono i loro volumi, ed altri l'accrescono.

§. 1229. *Esp. X.* L'acqua pura e tranquilla, o pressochè tranquilla, che si trovi in contatto coll'aria, si congela qualora ne giunge alla temperatura indicata dallo zero del termometro centigrado. Che se l'acqua sia priva di aria, la

sua temperatura potrà abbassarsi per alquanti gradi sotto al zero del termometro centigrado, senza che congeli: il che ha luogo qualora essa si raffredda gradatamente, e si difenda dal contatto dell'aria. Or l'acqua aumenta di volume qualora si raffreddi al di sotto dello zero del termometro centigrado, in modo che serbi anche in tale stato la sua fluidità. In tal circostanza poi se in essa pongasi un pezzettino di gelo, o se ad essa imprimasi un picciol moto di vibrazione, comincia ben tosto a congelarsi, e dopo un certo tempo si vedrà coperta di ghiaccio l'intera sua superficie.

§. 1130. *Cor.* E poichè dell'acqua, ch'è in un vase aperto o in una vasca, la sola superficie suprema trovasi in contatto coll'aria; l'è chiaro, che quantunque l'intera massa di essa si trovi ad una medesima temperatura, pur non di meno se questa non sia alquanto inferiore a quella, che viene indicata dal zero del termometro centigrado, non potrà congelarsi l'intera massa dell'acqua, ma il solo strato supremo.

§. 1231. *Esp. XI.* L'acqua, che contiene sostanze eterogenee, quella, che si trova in moto, e l'altra, che non è in contatto coll'aria, hanno bisogno di una temperatura alquanto minore di quella, che vien indicata dal zero del termometro centigrado, per passarne nello stato di ghiaccio.

§. 1232. *Cor. I.* E poichè l'acqua, quantunquasi fredda, si mantiene nello stato liquido per l'interposizione delle particelle del calorico tra le particelle di essa, e quel calorico vi si trova latente; l'è chiaro, che l'acqua per potersi gelare debba privarsi di una porzione del calorico latente, il quale divenendo sensibile dovrà

aumentarne la temperatura dei corpi contigui. Viceversa, l'acqua per poterne passare dallo stato solido allo stato liquido dee assorbire gran quantità di calorico, che si rende latente. Dunque in tal caso dee aversi una diminuzione di temperatura nei corpi contigui. Or questi sono quei mezzi principali, onde il Sapiientissimo Autore della Natura ha saputo moderare l'eccessiva ineguaglianza di temperature delle opposte stagioni nelle regioni, che sono presso ai poli. Poichè il ghiaccio, che ivi si scioglie nei lunghissimi giorni estivi, assorbendo molto calorico, tempera gli ardori dei raggi solari, che quantunque formino coll'orizzonte angoli molto acuti, pur non di meno presso al cerchio polare son vevoli a struggere il catrame delle navi. Il calorico poi, che nell'inverno si sviluppa per la formazione del gelo, modera il soverchio freddo, che senza di esso riuscirebbe fatale agli uomini, ed agli altri animali.

§. 1233. *Cor. II.* Di quì si rileva per qual ragione l'acqua posta entro un vase si geli, quando si scioglie il ghiaccio, che la circonda.

§. 1234. *Scol.* Nelle ghiacciaje della Franca Contea il gelo si fonde nei gran freddi, e si forma nei gran caldi. Il Billerez nelle Memorie dell'Acc. di Parigi per l'anno 1712 crede, che per la produzione dell'indicato fenomeno vi contribuiscano il nitro e'l sale ammoniaco, che in abbondanza si trovano nelle terre del vicinato, e particolarmente in quelle, che sono al di sopra della volta.

§. 1235. *Esp. XII.* Le parti dell'acqua, che si congela si uniscono in forma di sottili aghi prismatici a quattro facce, inclinati l'uno all'altro sotto angoli di 60, o di 120°; ma talvolta quelle parti, secondo le osservazioni di Le Sage costi-

tuiscono prismi tetraedri terminati da picciole piramidi. Or quando l'acqua stagnante si congela lentamente, ed in virtù di una temperatura non troppo bassa, dalla superficie superiore fino a qualche linea di profondità si forma del ghiaccio omogeneo, e quasi diafano come l'acqua; ma nella superficie superiore in generale si rinviene qualche scabrosità, e verso il mezzo della grossezza rinviensi sempre qualche bolla di aria. Che se la congelazione si faccia rapidamente ed in virtù di un gran freddo, il ghiaccio, che ne risulta, non rinviensi omogeneo, ma opaco, biancastro, sparso irregolarmente di molte bolle di aria, e con molte scabrosità sulla superficie. Assai più opaco, più irregolare, e scabroso è poi il ghiaccio dei gran fiumi, il quale ordinariamente contiene molte di quelle impurità, che sogliono nuotare nei medesimi.

§. 1236. *Esp. XIII.* L'acqua congelandosi acquista sempre un volume maggiore. In fatti il ghiaccio galleggia sempre sull'acqua; onde ha sempre una gravità specifica minore di questa. Ma la differenza tra la gravità specifica dell'acqua e quella del ghiaccio è più o meno grande, secondo che l'acqua è più o meno impregnata di aria. L'acqua molto impregnata di aria gelandosi aumenta il suo volume anche di $\frac{1}{8}$, e l'ghiaccio, che ne risulta, è pieno di bolle; ma quella, che è privata di aria per quanto si può, l'aumenta solo di $\frac{1}{20}$, e forma il ghiaccio più omogeneo.

§. 1237. *Scol.* Dall' aumento di volume, che acquista l'acqua gelandosi, dipende la forza espansiva del gelo. Tal forza è sì grande, che da essa

ne sono state infrante le pareti di un resistente globo metallico, e quelle di un cannone di ferro, che avevano la grossezza di un pollice. Che anzi qualora l'acqua internasi in qualche fenditura di monte, essa gelandosi acquista tal forza espansiva, che ne stacca dei massi di enorme grandezza, siccome scorgesi addivenire nella Savoia. Oltre a che in Lapponia i sughi degli alberi nel congelarsi si espandono con tal forza, che gli fendono in più parti con uno scoppio violentissimo. Questa gran forza espansiva, la quale squarcia e distrugge le fibre ed i vasi dei vegetabili e degli animali, è quella potente cagione, onde parecchi alberi periscono negl' inverni assai rigidi, e talune membra delicate vengono attaccate dalla cancrena nei climi molto freddi.

§. 1238. *Esp. XIV.* La consistenza del ghiaccio a cose pari si sperimenta tanto maggiore, per quanto più lentamente si è formato, e per quanto minore n'è la temperatura di esso. Ma per quanto consistente sia il ghiaccio esso sva-pora anche più dell'acqua in un medesimo tempo, e l'evaporazione di esso in tempi uguali è tanto maggiore, per quanto più secca si trovi l'aria contigua, e maggiore è la differenza della temperatura di questa e di quella del gelo. La massima evaporazione poi del gelo ha luogo nell'atto della sua formazione.

§. 1239. *Cor.* E poichè il calorico tende a mettersi in equilibrio nei varii corpi; l'è chiaro, 1° che se la temperatura del gelo sia minore di quella dell'aria contigua, esso dovrà assorbire dall'aria delle particelle di calorico, le quali disciogliendone picciole porzioni di gelo le riducono nello stato liquido, che per l'assorbimento di

altra quantità di calorico si riducono in vapori; 2° che qualora la temperatura del gelo sia superiore a quella dell'aria contigua, le particelle del calorico, che sono nel gelo, debbono diffondersi nell'aria, ed esse traversandone il gelo debbono investirne un maggiore, o minor numero di parti di questo, secondo che l'aria contigua è meno o più secca, onde producesi l'evaporazione. Nell'atto poi che l'acqua dallo stato liquido ne passa nello stato solido, il calorico combinato di essa rendendosi libero ne investe un maggior numero di particelle acquose, e le riduce in vapori; e perciò la massima evaporazione del gelo ha luogo nell'atto della sua formazione.

§. 1240. *Scol.* La forza, onde le parti del gelo tengonsi tra se congiunte, è tale, che un ghiaccio della grossezza di quattro in cinque pollici è capace di sostenere un numeroso corpo di truppe: su quelli poi, che hanno la grossezza di un piede, possono scorrere senza alcun pericolo carrozze, e carri di enormi pesi. Ma per dare un'idea della gran consistenza del ghiaccio basta quì rapportare, che nell'anno 1746 essendovi stato in Pietroburgo un freddo intensissimo formaronsi dei cannoni del ghiaccio tratto dal fiume Neva, i quali caricati a palla, e quindi sparati furono valevoli di resistere all'esplosione della polvere, che spinse la detta palla a forar per traverso una tavola doppia due pollici posta alla distanza di circa 60 passi.

PROP. IX. PROBL.

§. 1241. *Esibire la spiegazione di quei fenomeni, che han luogo mentre l'acqua si congela, e dopo che essa si è congelata.*

Qualora dall' acqua , che si trovi alla temperatura di 100° del termometro centigrado, si tolga gradatamente il calorico , deesi aumentare pure gradatamente l'affinità di aggregazione tra le particelle di essa, le quali si debbono approssimare scambievolmente : e quindi giungendo tali particelle alla distanza, in cui comincia a rendersi sensibile l'attrazione modificata dalla figura , esse cominciano a rivolgersi per condursi in quelle posizioni, in cui soffrono la massima attrazione. Probabilmente da tal rivolgimento delle particelle si aumenta il volume dell' acqua nell' atto della congelazione , e probabilmente la forza, onde quelle particelle si attraggono , giunge al suo massimo. Il che accade ordinariamente allor che per la sottrazione continuata del calorico , essendo tolto ogni ostacolo al moto di quelle particelle , esse vengono obbligate dalla scambievole attrazione a riunirsi e consolidarsi. Or questa consolidazione può essere anche sollecitata e prodotta prima che il raffreddamento sia portato al massimo grado. In fatti presentando alle particelle dell' acqua un picciolo pezzo di ghiaccio, le parti di questo offrendosi ad esse colle facce della massima attrazione, le obbligano a ridursi in simili posizioni, vincendo il lieve ostacolo opposto alle medesime dalla forza espansiva del calorico, che non ancora era giunta ad esser vinta e superata dall' attrazione. In tal caso le particelle acquose ridotte in quelle posizioni debbono agire sulle altre, che le circondano , nello stesso modo che il pezzo di gelo ha agito sopra di esse. Onde propagandosi una tale azione successivamente ad altre particelle , si avrà la congelazione in tutta la massa liquida. Ma la stessa consolidazione si può otte-

nere agitando leggermente l'acqua in un sol luogo; poichè in tal movimento alcune particelle vengono ridotte al contatto colle facce della massima attrazione. Il che non potrebbe ottenersi imprimendo a tutto, o a gran parte del liquido un movimento comune o rapido; poichè nel primo caso le particelle si muovono con un movimento comune, senza distaccarsi le une dalle altre, e nel secondo appena che due particelle pervengono in contatto colle facce della massima attrazione, ne vengono separate dall'urto di altre. Or l'aria, ch'è mescolata coll'acqua, può facilmente eccitare un movimento in alcune particelle di questa, e sollecitarne la congelazione. Ma qualora l'aria contigua all'acque è molto fredda, la congelazione avviene per l'egresso del calorico, e forse anche per qualche picciola particella di gelo contenuta nell'aria, e che ponesi in contatto coll'acqua.

Intanto se coll'acqua si trovino mescolate sostanze eterogenee, che presentino un ostacolo all'attrazione, questa più difficilmente prevale alla forza espansiva del calorico, e la congelazione dee aver luogo ad una temperatura più bassa di quella, nella quale ha luogo quando l'acqua è pura (§. 1281).

Or egli è chiaro, che quanto più lentamente e tranquillamente l'acqua si congela, tanto più grande debba essere il numero dei punti di contatto delle particelle, che si uniscono, e tanto più consistente debba essere il gelo, che ne risulta (§. 1238).

In oltre, poichè il calorico, che si separa dall'acqua mentre si congela, da combinato ne diviene libero, esso dee produrre un aumento di temperatura nei vicini corpi, onde gelandosi una

picciola porzione di una massa di acqua, il calorico, che si sviluppa da essa, riscaldando l'acqua contigua, dee impedirne la congelazione. Ma poichè l'acqua è poco deferente del calorico (§. 811), le particelle di essa alquanto lontane dal primo pezzetto di ghiaccio non debbono esserne riscaldate, e perciò debbono gelarsi. Ma gelandosi queste, le altre ad esse contigue non possono gelarsi per la rapportata ragione, e perciò la congelazione dell'acqua incomincia sempre interrottamente, e per mezzo di cristalli, che non si toccano, o si toccano in un sol punto.

Finalmente per cagione dello sviluppo del calorico dell'acqua, che si gela, l'aria mescolata e condensata coll'acqua si espande. Onde formandosi nella massa di acqua, ch'è presso a gelarsi, alcune bollicine di aria, queste si sollevano verso lo strato supremo dell'acqua per cagione della gravità specifica di esse. Il perchè quelle tali bollicine, che pervengono allo stato supremo dell'acqua prima di gelarsi, si screpolano, e s'involano nell'atmosfera, laddove le altre vengono trattenute nei loro movimenti dallo strato supremo dell'acqua, che trovano gelato. Per tal ragione nel gelo si trovano sempre alcune bolle di aria, le quali sono tanto più numerose per quanto più celere ne fu la congelazione (§. 1235). Il perchè trovandosi la temperatura delle bolle di aria, che sono nel gelo, superiore a quella dello stesso gelo; il calorico di quelle bolle dovrà investire alcune particelle di gelo, e farlo evaporare.

DELL' ORIGINE DELLE SORGENTI, DEI FIUMI, DEI
LAGHI, E DELLE PALUDI.

§. 1242. Affinchè si possano facilmente scoprire le cagioni, che nello scolo delle acque di alcune sorgenti si manifestano, convien premettere le seguenti nozioni.

I. Il Mariotte rinvenne, che nei contorni di Digione sopra l'estensione di un miglio quadrato cadono in ciascun anno 238050000 piedi cubici di acqua. Dunque supponendo, che la sorgente della Senna si trovi 60 miglia distante da Parigi, e che nello stesso fiume si raccolgano le acque, che cadono sopra un'estensione di terreno lunga 60 miglia e larga 50; cioè sopra un'estensione di 3000 miglia quadrate, rilevò, che in ciascun' anno la Senna accolga dalla sua origine sino a Parigi 714150 milioni di piedi cubici di acqua. Egli però si avvide, che di detta quantità di acqua $\frac{1}{6}$ appena scorreva pel ponte reale di Parigi. Il perchè quantunque voglia suporsi, che dell' acqua caduta in ciascun anno sulla detta estensione di terreno un terzo di nuovo evapori, ed altrettanto venga consumato dai vegetabili e dagli animali; un terzo sempre dee rimanerne alla conservazione delle sorgenti e dei fiumi: il che è più che abbondante. Or sebbene contro siffatto calcolo si possono produrre delle ragionevoli obbiezioni, come realmente furono proposte, pur non di meno da altre sperienze del Dalton, si rileva, che l' acqua somministrata dalla pioggia e dalla neve è quasi il

triplo di quella , che dai fiumi vien trasportata nel mare.

II. L'acqua , che copre la più gran parte della superficie terrestre, trovasi in una perenne circolazione. Poichè essa dalla forza del calorico ne vien disciolta in vapori , che sollevandosi in alto si convertono in nubi , e quindi cedendo all' aria una porzione del calorico , che li tiene disciolti , si precipitano di nuovo sulla Terra, e formano la pioggia, o la neve, o pure addensandosi sulle cime dei monti si convertono in acqua.

III. L'acqua, che cade o vien formata dai vapori condensati sopra i monti, discendendo lungo il dorso di questi, dee fermare il suo corso qualora incontra degli ostacoli , che da per ogni dove le vietano la discesa.

IV. L'acqua , che cade in qualunque luogo della superficie terrestre, dee insinuarsi nella Terra, e discendere sino a quelle profondità, nelle quali non s' incontrano più sostauze da essa permeabili.

V. L'acqua , che internasi nella Terra , può raccogliersi in diversi sotterranei, dei quali alcuni possono trovarsi presso alla sede dei fuochi vulcanici.

VI. L'alternativa sì diurna che annua della temperatura , che si osserva negli strati inferiori dell' aria e nella superficie terrestre, si estende solo fino ad una picciola profondità sotto alla crosta della Terra. Poichè le variazioni diurne della temperatura non sono sensibili oltre la profondità di un piede mezzo, e le annue non sono sensibili oltre la profondità di 20 piedi.

VII. Le osservazioni fatte nelle miniere sulle temperature indicano, che il calore della Terra

cresce a misura che maggiore ne diviene la profondità, tal che un grado del termometro centigrado di aumento di temperatura corrisponde ad un aumento di profondità di circa 30, o 40 metri.

Il calore interno della Terra non si può attribuire a cagioni esteriori, com'è facile a rilevarsi da ciò che si è detto nel numero precedente. Dunque deesi ritenere, che la Terra conservi fin dalla sua origine una parte del calore primitivo, o pure che il calore interno si produca mercè le chimiche combinazioni dei principii, che dentro la Terra si trovano; il che è più plausibile.

§. 1243. *Cor. I.* Da quanto si è quassù rapportato si rileva, che se l'acqua internata nelle viscere della Terra trapeli a traverso (*fig. 6.*) lo strato AB di sostanze da essa permeabili, e si raccolga nella cavità BCDE, che sia in comunicazione col tubo EFGH, il quale si distenda insino alla superficie terrestre; i vapori dell'acqua CD raccolta in quel recipiente dovranno sollevarsi nel tubo EFGH, e quivi incontrando una temperatura alquanto minore potranno esserne addensati, e di nuovo ridotti in acqua. Or se quest'acqua formi una sorgente, i vapori, che si sollevano dall'acqua CD, non potranno esserne immediatamente condensati; poichè le parti del tubo EFGH, trovandosi riscaldate dal calorico ottenuto per la riduzione dei primi vapori in acqua, non possono assorbire altra quantità di calorico da questi secondi fino a tanto che esse non comunichino il calorico assorbito alle parti contigue. Il perchè se la quantità di acqua ottenuta dai primi vapori non sia tale, che impieghi a scorrere per la sorgente tanto tempo, quanto ve ne bisogna per la riduzione dei secondi vapori in acqua; la sorgente

darà l'acqua intervallatamente. Il che può anche accadere se condensandosi i vapori in una porzione del tubo EFGH, una porzione dell'acqua, in che essi si riducono, ricada di nuovo nella cavità BCDE, ed assorbendo il calorico di altri vapori già formati, li riduca in acqua. Onde per ottenere altri vapori, e quindi altra quantità di acqua dalla sorgente, dee decorrerne un certo tempo, e la sorgente darà pure l'acqua intervallatamente.

§. 1244. *Cor. II.* Che se nella parte del tubo EFGH, ch'è inclinata verso il recipiente BCDE, vi s'immetta per diversi tubolini l'acqua, che nelle piogge cade sulla Terra, tale acqua raccogliendosi in quel recipiente dovrà assorbire il calorico, che tien disciolti i vapori di quella, che prima esisteva in esso. Il perchè in tal caso il tempo, che ne decorre tra due getti di acqua dalla sorgente, dev'essere maggiore o minore, secondo che in esso abbia avuto luogo, o nò la pioggia.

§. 1245. *Os. IV.* Alcune sorgenti scorrono senza interruzione, e non subiscono incremento e diminuzione nella quantità di acqua, che esse emettono, ed altre soggiacciono ad alcune variazioni. Quelle sorgenti, che hanno origine soltanto dalle nebbie e dalle piogge (§. 1242 n° 1°), diminuiscono le loro acque nella calda stagione di estate, ed al principiarsi della stagione umida e piovosa riacquistano il primitivo loro stato. Ma quelle, che derivano dalla liquefazione delle nevi ricevono il massimo incremento nell'estate allor che la neve sciogliesi in maggior quantità.

§. 1246. *Os. V.* Alcune sorgenti scorrono solo per alcun tempo, ed in un altro si asciugano interamente. A questa classe appartengono quelle,

che scorrono solo negli anni molto piovosi, e quelle, che hanno de' periodi più brevi. Nei Grigioni sonovi due sorgenti, che distano l'una dall'altra per circa 25 passi, e scorrono soltanto dal principio di aprile sino all'autunno. Nel cantone di Berna evvi pure una sorgente, che scorre dalla metà di maggio insino alla metà di agosto, ma soltanto dalle ore quattro pomeridiane insino alle otto del mattino.

§. 1247. *Cor. I.* Le sorgenti, che scorrono solo negli anni molto piovosi, traggono la loro origine dalle acque, che dall'atmosfera cadono nelle vicine regioni della Terra, ove immettendosi in sotterranei condotti, ne vengono in parte assorbite dalle sostanze, che traversano, ed in parte si manifestano in quelle sorgenti. Onde se nel corso dell'anno la pioggia non sia stata abbondante, l'acqua, che s'immette in quei condotti, ne viene intieramente assorbita.

§. 1248. *Cor. II.* Quelle sorgenti, che scorrono soltanto nei mesi caldi, traggono la loro origine dalle acque delle nevi liquefatte nei più alti monti, le quali per sotterranei condotti discendono sempre insino alle sorgenti medesime.

§. 1249. *Cor. III.* Suppongasi, che nella calda stagione l'acqua delle nevi liquefatte sopra qualche alto monte traversi sotterra lo strato AB di sostanze da essa permeabili, e che infine precipiti nella cavità BCDE, che trovandosi presso alla sede dei fuochi sotterranei sia ad una temperatura alquanto elevata. Sarà chiaro, che se i vapori dell'acqua raccolta nel recipiente BCDE possono sollevarsi nel condotto EFGH, e quivi cedere una porzione del calorico alle pareti di esso condotto; quei vapori si dovranno convertire

in acqua, la quale dovrà manifestarsi nella sorgente. Ma le pareti del tubo EFGH, trovandosi riscaldate pel calorico assorbito, non saranno vevoli ad assorbire altra quantità di calorico dagli altri vapori, che durante lo scolo dell'acqua dalla sorgente di nuovo si sollevano dall'acqua del recipiente. Dunque fino a che le pareti del condotto EFGH non cedono alle parti contigue il calorico assorbito, non vi potrà essere riduzione di altri vapori in acqua. Il perchè lo scolo dell'acqua avrà luogo nella calda stagione, e si farà dalla sorgente dopo uguali intervalli di tempo.

§. 1250. *Os. VI.* Le sorgenti, che manifestano un'alternativa nello scolo delle acque non sono tanto rare. Nel Perù sul monte Piro evvi una sorgente, che scorre solo di notte, quando antecedentemente non abbia piovuto. Nei Pirenei evvene un'altra, che scorre solo nei mesi estivi per minuti $36 \frac{1}{2}$, e poi cessa di scorrere per mi-

nuti $32 \frac{1}{2}$, e solo una pioggia continuata ne rende quella sorgente non interrotta. L'acqua della sorgente *Pliniana*, che trovasi presso Como, scema e cresce tre volte al giorno.

§. 1251. *Scol.* La spiegazione dei precedenti fenomeni dipende da quanto quassù si è esposto.

§. 1252. *Os. VII.* L'Islanda offre le più rinomate sorgenti di un flusso periodico, ma tra tutte distinguesi quella, che dicesi *Geiser*, la quale trovasi distante dall'Ecla pel cammino di due giorni. Quivi evvi un canale naturale del diametro di circa 19 piedi, e di una profondità sconosciuta, dal quale diverse volte al giorno si slancia l'acqua di un calor bollente sino all'altezza

di 90 piedi, e solleva pure delle pietre; i quali fenomeni debbono essere prodotti da un vulcano.

§. 1253. *Os. VIII.* Alcune sorgenti divengono torbide, quando minacci di piovere. Il che deriva dalla circostanza, che la pioggia è per lo più preceduta da una diminuzione della pressione atmosferica, la quale produce un'efflusso dell'aria contenuta nell'acqua o sotto alla medesima, e quindi un'agitazione nel fondo della sorgente.

§. 1254. *Os. IX.* La temperatura della maggior parte delle sorgenti corrisponde in generale alla media del luogo, in cui sono, e solo nella zona torrida essa è alquanto inferiore a quella del luogo, ma superiore alla temperatura delle sorgenti, che sono fuori della stessa zona. Oltre a che vi sono delle sorgenti, di cui alcune hanno una temperatura inferiore, ed altre superiore a quella dell'atmosfera. In fatti sul monte Pila in Francia evvi dell'acqua, che per tutto l'anno trovasi freddissima: della stessa natura è l'acqua, che trovasi sul monte Ginevre. Le sorgenti poi, che sono calde, non hanno uguali temperature; poichè se ne rinveggono alcune soltanto tiepide, altre, che hanno una temperatura alquanto elevata, come sono quelle di Bath, di Karlsbad, dell'Isola d'Ischia, e di altri luoghi nelle vicinanze della Città di Napoli, ed altre in fine, che hanno il calore dell'acqua bollente, com'è quella di Oelve in Islanda.

§. 1255. *Scol.* Le sorgenti, che hanno una temperatura superiore a quella dell'atmosfera, sono adoperate per uso di bagni. Il calore di esse deriva da circostanze locali: ed in fatti esse sono proprie delle regioni vulcaniche.

§. 1256. *Os. X.* Alcune sorgenti hanno con-

servata sempre la stessa temperatura, ed altre han subite alcune alternative, specialmente nell'epoca dell'eruzioni vulcaniche.

§. 1257. *Cor.* Tali alternative di temperature possono essere prodotte dalla riduzione di alcune sostanze contenute nelle viscere della Terra in fluidi aeriformi, i quali avendo una grande affinità col calorico, l'assorbiscono dall'acqua. Ond'essi espandendosi sono spesso la cagione dei tremuoti. In fatti dopo un tremuoto si è spesso diminuita la temperatura di alcune sorgenti termali, le quali dopo qualche tempo han ripresa la primiera.

PROP. X. PROBL.

§. 1258. *Indicare l'origine dei fiumi, dei laghi, e delle paludi.*

L'acqua, che sulle cime dei monti si ha dalle piogge, dalla liquefazione delle nevi, e dai vapori condensati, parte scorre giù immediatamente lungo il declivio, e parte penetra, e s'interna nelle viscere dei monti medesimi fino a tanto che imbattendosi negli strati petrigni, o pure cretosi, che vietano ad essa di poter penetrare più addentro, si mantiene quivi come in altrettanti serbatoj.

Or se agli strati petrigni, o cretosi ne sieno soprapposti altri terrei, arenacei, o pure ghiajosi; sarà chiaro, che giunti i livelli delle acque fino a tali strati, debbano le acque medesime scaturire in forma di rivi, che scorrendo per le montagne e per le valli sottoposte si uniscono successivamente l'uno all'altro, e danno in tal guisa l'origine ai fiumi. Che se in qualche valle circondata del monte si aduni in ciascun anno una quantità di acqua maggiore di quella, che annualmente da

essa riducesi in vapori, il livello dell'acqua entro la valle dovrà continuamente elevarsi fino a che o l'acqua fornita in ciascun anno, per essersi maggiormente esteso lo strato supremo di essa, pareggi quella, che riducesi in vapori, o fino a che l'acqua traboccando fuori la valle scorra per le montagne, e per le valli sottoposte. Nel primo caso si ha un lago in una vallata, e nel secondo si ha l'origine di qualche fiume. Il fiume. S. Lorenzo nel Canada, il cui corso estendesi per circa 900 leghe, prende la sua origine da varii laghi, dei quali alcuni hanno fino a 500 leghe di circonferenza, e le cui acque cadendo le une dentro le altre vengono poi a formare quell'immenso fiume.

In oltre, se l'acqua, che o per sotterranei sentieri, o per mezzo dei fiumi s'immetta in qualche luogo assai basso, e chiuso intorno intorno, si forma un lago, ovvero una palude. Il primo ha luogo qualora evvi una sufficiente estensione, ed una tale profondità, che le piante aquatiche non interseghino in gran numero il livello dell'acqua, e l'altra per lo contrario si forma qualora la superficie dell'acqua trovasi per la massima parte interrotta dai vegetabili, che crescono dal fondo.

C A P. VII.

DELLA COMBUSTIONE.

§. 1259. *Def. IV.* Chiamasi *combustione* la combinazione e decomposizione di alcuni principii con isviluppo di calorico e di luce.

§. 1260. *Def. V.* Si dicono *corpi combustibili* quelli, che sono suscettibili di combustione, dei

quali alcuni sono semplici, ed altri composti: e si dicono *comburenti* o *sostegni di combustione* quei corpi, che mantengono la combustione.

§. 1261. *Scol.* Niun corpo è di sua natura assolutamente combustibile, o comburente, ma sì l'una che l'altra di queste proprietà è soltanto relativa; tal che un corpo, che per un secondo non sia nè combustibile nè comburente, per un terzo può l'una o l'altra di queste funzioni più o meno energicamente esercitare. In fatti il cloro, ch'è un corpo semplice non metallico, non serve all'ossigene nè come combustibile, nè come comburente, mentre pel fosforo, per l'arsenico, per l'antimonio, e pel bismuto è comburente. Il gas ossigene è il principale corpo comburente; poichè nei casi ordinarii non si eccita, nè può mantenersi la combustione senza il concorso di esso. Per tal ragione col nome di combustione ordinariamente s'intende la combinazione dell'ossigene con un corpo combustibile ottenuta con sviluppo di calorico e di luce. Nel vuoto, ed ovunque manchi il gas ossigene, la maggior parte dei corpi combustibili non brucia. Ma per ottenere la combustione non è poi assolutamente necessario, che l'ossigene si trovi in istato gassoso, o di semplice aggregazione; poichè la produce ancora trovandosi combinato col gas azoto nell'aria atmosferica, negli ossidi nitroso e nitrico, e nell'acido nitrico. In fatti versando l'acido nitrico sull'olio di trementina, o sull'olio di lino si ottiene la combustione, senza la presenza dell'ossigene nello stato gassoso: e la polvere da sparo, che contiene gran quantità di nitrato di potassa, brucia anche in vasi chiusi e nel vuoto. Oltre all'ossigene anche il cloro ha la proprietà di man-

tenere la combustione come la mantiene pure l'euciorino, che risulta dalla combinazione dell'ossigene col cloro. Intanto nello stato attuale delle umane cognizioni può affermarsi, 1.^o che solo tra se agiscono come combustibili e comburenti quei corpi, che per lo meno hanno scambievolmente un'affinità tale, che favorisca la chimica combinazione di essi, o non la impedisca; 2.^o e che i corpi comburenti sono l'ossigene, il cloro, l'iodo, l'aria atmosferica, l'ossido nitroso, il gas nitroso, l'acido nitrico, l'euciorino, e qualche altro.

§. 1262. *Esp. XV.* Il fenomeno della combustione, a somiglianza di qualunque chimica combinazione, ha luogo sempre solo ad un determinato grado di calore, il quale è differente nei diversi combustibili.

§. 1263. *Cor. I.* E poichè il grado di calore, nel quale ha luogo la combustione, è per lo più superiore alla temperatura atmosferica; l'è chiaro, che se scaldisi soltanto una parte del corpo combustibile, tal che si ecciti la combustione, la rimanente parte dee acquistare quel grado di temperatura necessario a conservarla mercè il calorico, che si sviluppa dalla prima.

§. 1264. *Cor. II.* In oltre, se da un corpo comburente con qualunque mezzo si sottragga tal quantità di calorico, che il residuo non basti a conservarlo nella temperatura necessaria per la combustione; questa sarà naturalmente impedita. In fatti se tengasi, a cagion di esempio, una rete metallica sulla fiamma di una candela, si vedrà che la fiamma nei luoghi dove tocca la rete risulta come divisa, e le parti luminose della fiamma cedendo alla rete metallica gran quantità di calorico, non saranno più atte a produrre la com-

bustione dopo di aver traversata la rete. Su questo fatto è fondata la costruzione della *lampada di sicurezza* immaginata dal Davy.

§. 1265. *Esp. XVI.* Il fosforo, e le basi metalliche di alcuni corpi composti, come il potassio e'l sodio, ardon spontaneamente nell'aria atmosferica, quantunque questa si trovi ad una temperatura assai bassa. In fatti il fosforo nell'aria alla temperatura di 6° , 5 del termometro centigrado arde spontaneamente; laddove nel gas ossigene puro bruciasi allor che la temperatura di questo non è minore di 27° , 5 dello stesso termometro. Ma rarefacendo il gas ossigene, o mescolandolo con altri gas, il fosforo immersovi comincia ad ardere ad una temperatura molto minore.

§. 1266. *Esp. XVII.* In ogni combustione, che si ecciti in un recipiente pieno di gas ossigene o di aria atmosferica, si diminuisce a poco a poco il gas ossigene, e la combustione termina allor che termina quel gas nel recipiente.

§. 1267. *Cor. I.* Dunque la combustione, che si eccita in un recipiente pieno di aria atmosferica dee persistere per un tempo maggiore o minore secondo che maggiore o minore è la quantità di gas ossigene, che si contiene in quel volume di aria.

§. 1268. *Cor. II.* E quindi s'intende, 1° donde derivi, che ciascun corpo combustibile dopo essere stato bruciato acquista un peso tanto maggiore di quello, che esso avea, per quanto è il peso perduto dal gas, che ha mantenuta la combustione; 2° e per qual ragione spegnesi un corpo, che brucia, qualora viene impedito il contatto dell'aria colla sua superficie.

§. 1269. *Cor. III.* Il perchè l'acqua, che si

versa sopra un corpo, che brucia, e non vien decomposta dal calore, che si sviluppa, estingue la combustione, non solo perchè raffredda il corpo, ma eziandio perchè impedisce all'aria di porsi in contatto colla superficie di esso. Che se l'acqua, che si versa sul corpo, che brucia, sia in picciola quantità rispetto al calorico, che si svolge, essa essendone decomposta riducesi in ossigene ed idrogene, di cui il primo alimenta la combustione, e l' secondo svolgendosi insieme con altri gas brucia con fiamma elevata e pallida; la quale sorge con violenza, come si vede sovente nei grandi incendii.

§. 1270. *Scol.* L'aumento di peso, che acquistano i corpi combustibili dopo essere stati bruciati, si può facilmente determinare nelle combustioni dei corpi semplici. Or quantunque lo stesso accada nelle combustioni dei corpi composti, pure, a cagione dei principii volatili, che nell'atto della combustione si svolgono da questi corpi, quell'aumento di peso in tali circostanze esige alquante precauzioni a potersi esattamente determinare.

§. 1271. *Esp. XVIII.* Tutt' i corpi in generale, e molto più i semplici, che si bruciano nell'aria o nel gas ossigene, dopo la combustione si trovano più o meno fortemente uniti ad una maggiore o minore quantità di ossigene. Ma poichè in parità di circostanze i corpi combustibili in virtù della combustione non aumentano di quantità uguali i loro pesi; l'è chiaro, che non tutti nella combustione debbono assorbire quantità uguali di ossigene.

§. 1272. *Scol.* Quantunque non sia ancor concesso all'umano intendimento di poter conve-

nevolmente dimostrare donde abbia origine il calore, che si produce nella combustione; pur non di meno egli è molto probabile, che vi contribuiscano l'elettricità e l'calorico, il quale in parte proviene dal gas, che perde lo stato gassoso, e si combina col corpo combustibile. Il che vien dimostrato dal maggiore sviluppo di calorico, che si ottiene nelle combustioni promosse dagli artificiali afflussi di aria atmosferica procurati per mezzo di spiragli, di soffiatoi, di soffietti, di mantici, e dallo sviluppo del calorico, che si ha dalla combustione fatta nel gas ossigene puro. In fatti il Despretz ha rilevato che mediante il calorico, che si sviluppa nelle combustioni del gas idrogene e del carbonio, si fondono quantità di ghiaccio, che sono tra se nella ragione dei pesi dell'ossigene assorbito dall'idrogene e dal carbonio. Però non tutto il calorico, che si svolge nelle combustioni, rimane sempre libero, ma sovente una parte impieghasi alla formazione dei principii elastici, come avviene nella combustione delle legna, della carta, del sevo delle nostre candele, ec. Ma nella combustione del gas idrogene col gas ossigene si ottiene l'acqua e l'vapore acquoso, o solo vapore acquoso, che contiene assai minor quantità di calorico di quello dei detti fluidi; perciò in tale combustione in parità di circostanze dee ottenersi maggiore sviluppo di calorico, che in ogni altra.

§. 1273. *Esp. XIX.* Suol precedere ed accompagnare la combustione dei corpi composti il *jumo*, ch'è un complesso di vapori imperfetti dell'acqua e di altre sostanze evaporabili contenute nel combustibile, che spesso tro-

vansi unite ad un poco di terra e di carbone. Il fumo fuliginoso poi risulta qualche volta anche da materie, che non han subita l'intera combustione per mancanza della conveniente temperatura, o per essere state innalzate e trasportate dalla corrente dell'aria; e quindi in parte si attacca ai corpi più freddi, ed in parte si disperde nell'atmosfera.

§. 1274. *Esp. XX.* La fiamma, che spesso accompagna la combustione, è prodotta dall'accensione di quei gas, che per l'alta temperatura si sviluppano dal combustibile, e s'infiammano al contatto del gas ossigene dell'aria. Per tal ragione essa scorgesi più ampia presso al corpo combustibile, da cui i detti gas si sollevano; ma a misura che questi diminuiscono sollevandosi e bruciando, la fiamma si restringe, e perciò prende la forma conica.

§. 1275. *Cor. I.* Il perchè quei corpi, che bruciano con fiamma, debbono contenere qualche principio gassoso, e quelli, che bruciano senza fiamma, non debbono contenerne.

§. 1276. *Cor. II.* E perciò se dai corpi, che bruciano con fiamma, si sottraggano i principii volatili, che contengono, essi bruciando non debbono manifestare alcuna fiamma.

§. 1277. *Cor. III.* E poichè i gas infiammabili bruciando sviluppano una gran quantità di calorico; l'è chiaro, che i corpi, i quali nel bruciarsi sviluppano maggior quantità di gas infiammabile, e quindi producono una fiamma più ampia, debbono pure produrre un calore più intenso di quello, che si ha bruciando i corpi, che contengono minor quantità di gas infiammabile, o che affatto non ne contengono.

gono. Per tal ragione le legna verdi si riguardano come più calorifiche delle secche. Non di meno però qualora il volume gassoso, che si solleva dal combustibile, è alquanto notevole, sovente accade, che l'ossigene dell'aria mescolandosi solo con quella porzione di detto gas, che costituisce lo strato esterno di esso volume; un tale strato soltanto s'infiammi, rimanendo nell'interno molto non infiammato, siccome non infiammato, e perciò nero rimane il lucignolo p. es. di una candela finchè trovasi nell'asse della fiamma, e divien rosso allor che giunge al contatto immediato dell'aria.

§. 1278. *Esp. XXI.* La fiamma, che manifestano i corpi combustibili chimicamente semplici, è perfettamente omogenea, e quella dei corpi composti mostra nelle differenti parti una varietà sì nel colore, che nell'intensità della luce. In fatti la fiamma di una cendela di sevo è di un azzurro chiaro al di sotto del lucignolo, ed al di sopra di questo ha una parte meno luminosa, trasparente, e di figura conica; laddove tutto all'intorno di esso la luce si manifesta nella sua maggior forza: ma esteriormente la fiamma trovasi avvolta da uno strato molto caldo, e poco luminoso. La temperatura poi di una fiamma è più elevata nella superficie esteriore, che verso il centro; poichè può porsi la polvere da sparo nell'interno della fiamma senza che si accenda.

§. 1279. *Esp. XXII.* La forza, colla quale una fiamma splende varia al variar del corpo in combustione, e non evvi alcun determinato rapporto tra la medesima e'l calore, che n'è prodotto: non di meno quella forza può essere

grandemente aumentata mediante un corpo solido, che unitamente vi arda: il che si osserva nella fiamma del gas idrogene, che diviene più ardente, e più luminosa, qualora in essa vi s'insinui un filo di platino.

ISTITUZIONI

DI

FISICA SPERIMENTALE

LIBRO DUODECIMO

DELLE METEORE, DEI TREMUOTI, E DELL'ERUZIONI VULCANICHE.

C A P. I.

DEL CALORE DEL CLIMA.

§. 1280. *Def. I.* Chiamasi *meteora* ogni fenomeno naturale, che manifestasi in qualunque luogo dell'atmosfera.

§. 1281. *Scol.* Da quanto fu rapportato nei §§. 259, 260, e 261 si rileva, che a misura che cresce la distanza di uno strato di aria dalla superficie terrestre, minore debba essere la densità di esso. Onde potrà conchiudersi, che l'atmosfera debba estendersi fino ad un enorme distanza dalla superficie terrestre. Ma poichè negli strati aerei assai rari non si può produrre alcu-

na meteora , potrà assumersi in questo libro , che l'altezza dell' atmosfera sia 0 , 01 del raggio medio della Terra (§. 561), cioè di 32682 tese (§. 521.).

PROP. I. TEOR.

§. 1282. *Il calore , da cui n'è penetrata una qualsivoglia parte dell' atmosfera , non viene intieramente prodotto dall' azione dei raggi solari sull' aria , ma nella maggior parte dal calore , che la sottoposta superficie terrestre ricève dal sole , e comunica agli strati di aria , che successivamente pongonsi in contatto con essa : e tal calore varia nei differenti luoghi per l' influenza di altre particolari cagioni.*

Dim. L'aria atmosferica è un assai cattivo conduttore del calorico (§. 812 n.º 5.º). Dunque lo scaldamento , che si osserva in qualche parte dell' atmosfera , non può essere intieramente cagionato dall' azione dei raggi solari su di essa , ma in gran parte dev' essere prodotto dal calore , che la Terra riscaldata dal sole comunica agli strati di aria , che successivamente si pongono in contatto colla Terra medesima , siccome fu dimostrato nel §. 817. Il perchè a misura che in parità di circostanze è maggiore o minore il riscaldamento prodotto dal sole in una qualunque porzione della superficie terrestre , maggiore o minore dev' essere il grado di calore , che tal superficie comunica alla colonna di aria atmosferica ad essa soprapposta. Ora il riscaldamento prodotto dai raggi solari sopra una data superficie dev' essere maggiore o minore ,

secondo che maggiore o minore è il numero di quei raggi, che cadono sulla medesima superficie, e maggiore o minore è il tempo in che essi agiscono. Ma sotto uguali inclinazioni dei raggi solari sopra una data superficie, il numero di tali raggi diminuisce nella ragione inversa del quadrato della distanza del sole da quella superficie; poichè supposto che AB , CD ne dinotino (*fig. 7.*) due figure piane uguali, simili, e parallele, e che S ne dinoti il sole, il numero dei raggi solari, che cadono sulla superficie CD , sta al numero dei raggi solari, che cadono sulla superficie AB , come il quadrato di un lato della figura CD al quadrato del lato omologo della figura CE , o sia come il quadrato della perpendicolare SG abbassata dal punto S sul piano AB a quello della perpendicolare SF abbassata dal punto S sul piano CD . Oltre a che se la superficie AB si aggiri intorno ad AK , e prenda la posizione AH più inclinata ai raggi solari, il numero di questi, che cadono sulla superficie AB , sarà maggiore del numero di quelli, che cadono sulla superficie AH . Dunque il riscaldamento prodotto dal sole sopra una data parte della superficie terrestre dev'essere minore o maggiore, secondo che maggiore o minore n'è la distanza di questo astro da essa superficie, maggiore o minore è l'obliquità di essi raggi alla medesima superficie, e minore o maggiore è il tempo, in che tali raggi agiscono; e quindi nel medesimo rapporto dev'essere lo scaldamento, che si osserva nella colonna di aria sovrapposta alla medesima superficie.

Or, se l'eclittica coincidesse coll'equatore,

l'altezza meridiana del sole in ciascun luogo sarebbe costante, e sarebbe pure in ciascun luogo il giorno a un di presso della stessa durata della notte. Dunque le variazioni di temperatura dipendenti dall'azione del sole ne sarebbero soltanto prodotte dalle differenti distanze, che in diversi tempi dell'anno il sole serba dalla Terra. Ma, a cagione dell'obliquità dell'ecclittica, ciascun luogo della Terra situato tra i due tropici terrestri ha soltanto due volte in ciascun anno il sole nello zenit, ed il giorno e la notte sono sempre di uguali durate solo nei luoghi, pei quali passa l'equatore terrestre; laddove negli altri luoghi l'altezza meridiana del sole non mai giunge a 90° ; anzi in generale essa è tanto più piccola per quanto maggiore n'è la latitudine del luogo. Dunque le variazioni di temperatura, che si sentono in ciascun luogo della Terra, son prodotte non solo dalle differenti distanze, che in diversi tempi dell'anno il sole serba dalla Terra, ma eziandio dall'obliquità dell'ecclittica all'equatore, da cui dipende la divisione della Terra in cinque zone, e' il corso delle stagioni.

Le cagioni, che insieme coll'obliquità dell'ecclittica all'equatore agiscono sulla temperatura atmosferica, sono la formazione e la condensazione dei vapori, l'elevazione del luogo sulla superficie del mare, la vicinanza di copiose acque, lo stato di vegetazione, e specialmente se sieno prossimi degli estesi boschi, e delle pianure aride, e sabbionose, ed i venti dominanti.

Ed in primo luogo, poichè i liquidi passandone nello stato di fluidi aeriformi assorbono gran quantità di calorico, che non rendesi sen-

sibile (§. 793.), l'è chiaro , che dalla formazione e condensazione dei vapori debba risultarne un cangiamento nella temperatura dell'atmosfera in quel luogo , ov' essi si formano e si condensano.

In secondo luogo , poichè a misura che l'aria è più rarefatta l'irraggiamento della Terra n'è più facilitato , e le correnti calde , che dalle basse regioni dell'atmosfera si sollevano in alto (§. 818.) acquistano in virtù della dilatazione una maggior capacità pel calorico ; l'è chiaro , che l'altezza dei luoghi al di sopra del livello del mare debba influire sulla temperatura dell'atmosfera.

La legge secondo la quale la temperatura di una colonna di aria diminuisce andando da giù in sù , non è abbastanza conosciuta. Probabilmente tal diminuzione non è in ogni luogo la medesima , e forse varia nei giorni , nelle notti , e nelle differenti stagioni dell'anno ; mentre è certo , che la diminuzione del calore dalle regioni inferiori verso le superiori dell'atmosfera è tanto più rapida , per quanto è maggiore la temperatura degli strati più bassi.

In terzo luogo qualora l'acqua riflette la luce solare sul continente produce ancora un picciolo aumento di temperatura , il quale unito a quello , che vien prodotto dal calorico raggianti della Terra (§. 822.), si comunica successivamente alla colonna di aria soprastante.

Tra le circostanze , che determinano la temperatura di una regione , evvi eziandio la natura del suolo. I terreni sterili , aridi , e specialmente sabbionosi si scaldano con una forza straordinaria , sì per essere più deferenti del

calorico , che per la mancanza dell' evaporizzazione. Per tal ragione il calore della Nubia Africana nei mesi di maggio e di settembre perviene tra 38 e 40 gradi del termometro di Reaumur. Lo stesso avviene a un di presso nei sabbionosi campi della California , nelle coste meridionali della Persia , ed in qualche luogo del nord del Bengal.

Il terreno coltivato , coperto di vegetabili , ed ombreggiato dai boschi è sempre più fresco di una campagna scoperta ; poichè pel processo della vegetazione gran quantità di calorico rendesi combinato , nè il calorico penetra sì facilmente fino al terreno. Perciò il clima della Florida orientale , e delle regioni meridionali e selvose dell' Africa , malgrado la vicinanza dell' equatore , è assai dolce.

Finalmente i paesi , nei quali spesso dominano i venti freddi , sono assai più freschi degli altri , che son difesi dalla forza di quelli mercè di alte montagne : e dove frequentemente avvengono i temporali , la temperatura si abbassa , e scema l' ardore.

§. 1283. *Cor. I.* E poichè in ciascun luogo della Terra solo nei tempi equinoziali la durata del giorno pareggia quella della notte ; l' è chiaro , che se in un luogo della Terra posto fuori la zona torrida tanto calorico si assorbsca nel giorno dell' equinozio , quanto per l' irraggiamento se n' emetta nella notte , avvicinandosi il Sole allo zenit di quel luogo dovrà in ciascun giorno farsi maggiore assorbimento di calorico di quello , che se n' emetta in ciascuna notte. Il perchè giungendo il Sole nel punto solstiziale corrispondente , in quel luogo dovrà

trovarsi accumulato tanto calorico per quanto è la somma di tutte quelle differenze delle quantità di calorico emanate dalle assorbite fino al giorno del solstizio. Ma ritornando il Sole dal punto solstiziale verso l'equatore, per alquanti giorni ha luogo maggiore assorbimento, che emissione di calorico. Dunque la più elevata temperatura di un luogo posto fuori la zona torrida non dev'essere quella del giorno, in che il Sole si trova nel punto solstiziale posto nello stesso emisfero celeste, collo zenit di quel luogo, ma l'altra di alquanti giorni dopo. Nello stesso modo può dimostrarsi, 1° che in un luogo posto fuori la zona torrida la più bassa temperatura dev'essere quella di alquanti giorni dopo il passaggio del Sole pel punto solstiziale, che trovasi nell'emisfero celeste opposto all'altro, ov'è lo zenit di quel luogo; 2° che in un luogo qualunque la più elevata temperatura in ciascun giorno debba manifestarsi circa due ore dopo il mezzodì; 3° e che in ciascun luogo la più bassa temperatura in ciascun giorno debba manifestarsi poco prima di nascere il Sole. Le quali cose vengono confermate dalle osservazioni.

§. 1284. *Cor. II.* E poichè in ciascun luogo delle zone temperate e glaciali la durata della presenza del Sole sull'orizzonte in ciascun giorno delle stagioni di primavera e di està è più lunga, che nei luoghi situati nelle zone torrida, e nelle stagioni di autunno e d'inverno quella durata è più corta; si rileva per quali ragioni in alcuni luoghi delle zone temperate nel corso dell'estate si abbia talvolta un grado di calore uguale a quello, cui perviene nella

zona torrida , e per qual ragione il minimo grado di calore nella stagione d'inverno in un luogo della zona temperata sia tanto più al di sotto del minimo grado di calore nella zona torrida , per quanto maggiore n'è la latitudine di quel luogo.

§. 1285. *Cor. III.* Adunque la differenza tra la massima è la minima temperatura dei luoghi situati nella zona torrida è assai piccola.

§. 1286. *Cor. IV.* In oltre , poichè la temperatura atmosferica in un luogo in parità di circostanze diminuisce a misura che cresce l'altezza di esso luogo sul livello del mare ; l'è chiaro , che a ciascuna latitudine dove sienvi dei monti , o dei paesi elevati si debba giungere ad un' altezza sul livello del mare , ove per tutto l' anno la neve non si fonde. Una tale altezza dev' essere tanto più grande per quanto più picciola è la latitudine del luogo : in vicinanza dei poli essa è nulla , tal che ascendendo dalla superficie del mare tutto trovasi coperto da perpetui ghiacci.

§. 1287. *Cor. V.* Finalmente essendo nell'emisfero boreale la durata delle stagioni di primavera e di està per 7 giorni e 17 ore (§. 624.) in circa più lunga di quella delle due stagioni d'inverno e di autunno , nelle quali la Terra percorre quella parte della sua orbita , ch'è più vicina al Sole ; l'è chiaro , che sebbene nella primavera e nell'està l'emisfero boreale della Terra ne venga più lungamente riscaldato , pur non di meno tal riscaldamento è minore di quello , che il Sole vi produrrebbe se nell'istesso tempo la Terra ne fosse al Sole più vicina : e per lo contrario il

raffreddamento dell' emisfero boreale della Terra durante l'autunno e l'inverno dev' essere pure alquanto minore di quello, che vi si cagionerebbe, se in un tempo per 7 giorni e 17 ore in circa maggiore la Terra ne percorresse la parte della sua orbita più distante dal Sole. Il perchè nell' emisfero australe in parità di circostanze dee aversi un freddo più intenso, che nell' emisfero boreale, e la stagione estiva in quello non dev' essere più calda, che in questo. Oltre a che essendo la più parte delle terre australi circondate dalle acque del mare, che assorbiscono assai minor quantità di calorico, che le terre; si rileva, che in due luoghi di uguali latitudini, ma di differenti denominazioni, la temperatura annua media di quello, ch' è nell' emisfero boreale, dev' essere superiore alla temperatura annua media dell' altro, che trovasi nell' emisfero australe. Il che vien confermato dalle osservazioni. In fatti nell' emisfero boreale comincia ad esservi la neve perpetua a 71° di latitudine, laddove in una latitudine australe di 55° vi regna il gelo e la neve.

§. 1288. *Scol. I.* Nelle regioni delle zone temperate, che sono presso alla zona torrida, non si ha il rigido inverno, ma si hanno soltanto alcuni giorni simili ai nostri di primavera e di autunno. Lo sfogliamento degli alberi e ivi dopo breve tempo seguito dalla stagione, in cui essi vestonsi di nuove foglie. In Egitto il Sole brucia dal mese di aprile insino a quello di novembre, e di poi manifestasi una dolce primavera. Nelle isole di Malta, Sicilia, ec., e nella Spagna meridionale si ha un inverno assai dolce. Ma quanto più lungi dai limiti della zona tor-

rida si progredisce nelle zone temperate, tanto più uniformemente vengono distribuite le quattro stagioni dell'anno, fino a che nelle regioni, che sono presso alle zone glaciali, l'inverno predomina, e diminuiscono la primavera e l'autunno. L'estate però in tali luoghi, a cagione della lunga durata del giorno, riesce di un calore così energico, che i vegetabili dalla germinazione alla maturità impiegano circa sei settimane; mentre presso di noi a tale stato non pervengono, che nell'intervallo di circa quattro mesi. Questo tempo però è breve, e l'inverno rapidamente sopraggiunge con tal forza, che i liquidi si congelano, il vapore, che si espira, tosto si condensa, si estingue qualsivoglia principio di vegetazione, e solo pochi animali e l'uomo godono vita ed attitudine. Nella Groenlandia, a cagion di esempio, la temperatura nell'estate giunge fino a 22 gradi del termometro di Reaumur, ma nell'inverno si ha un freddo così energico, che il mercurio ne vien congelato. In Umeo la temperatura nel mese di luglio giunge fino a 32 gradi e mezzo del termometro di Reaumur, e nel mese di dicembre lo stesso termometro ne discende fino a 31 gradi in circa sotto lo zero.

§. 1289. *Scol. II.* Nelle zone glaciali l'anno distinguesi in una breve state, ed in un lungo inverno. I paesi situati presso l'estremità delle zone temperate partecipano delle circostanze delle zone glaciali, ma quanto più essi distano da quelle, tanto meno il Sole può produrre notabile riscaldamento nei più lunghi giorni per cagione della picciola altezza di esso, e per l'assorbimento del calorico, che si fa dai gran massa

di gelo nel liquefarsi. Nel grado 70 di latitudine boreale la temperatura nell'estate di rado ascende ad un grado del termometro centigrado, ma si mantiene quasi sempre al zero, e dal 70° fino all'80° di latitudine boreale non si liquefa più la neve.

§. 1290. *Scol. III.* Da ciò che vien riferito dagli scrittori degli scorsi secoli intorno ai fiumi ed ai mari agghiacciati della Terra si rileva, che in ciascun luogo la temperatura non ha sensibilmente cangiato nelle differenti stagioni.

C A P. II.

DELLA PRESSIONE ATMOSFERICA.

§. 1291. *Os. I.* Dalle continue giornaliere osservazioni dell'altezza barometrica fatte in differenti luoghi, le seguenti verità sono state rilevate.

1.° In ciascun luogo della Terra l'altezza barometrica media al livello del mare, o poco al di sopra è di circa 28 pollici e 2 linee, e nei nostri climi l'altezza barometrica al livello del mare non oltrepassa i 29 pollici, nè riducesi minore di 26 pollici.

2.° Le massime variazioni dell'altezza barometrica han luogo nei tempi equinoziali, e nell'inverno sono maggiori e più frequenti; che nell'estate.

3.° In parità di circostanze le variazioni barometriche crescono al crescere della latitudine, essendo massime presso ai poli, e picciolissime tra i tropici: ed esse sono maggiori al livello del mare, che nelle grandi altezze.

4.° In generale l'altezza barometrica è maggiore nell'inverno, che nell'estate, e nell'estate è maggiore, che nell'autunno e nella primavera.

5.° L'annua altezza media del barometro in ciascun luogo non è sempre la stessa.

6.° L'altezza barometrica è soggetta ad un periodo giornaliero. Un tal periodo non è lo stesso in mare ed in terra, come lo ha dimostrato l'Inglese Horsburgh, ed in terra non è lo stesso in tutti i paesi, nè in tutt'i tempi è perfettamente uniforme e regolare. Ma nella zona torrida il periodo delle altezze barometriche è sì costante, che non alterandosi notabilmente per qualunque cangiamento avvenga nell'atmosfera, con esso, al dir di Humboldt, dalla sola ispezione dell'altezza barometrica si potrebbero conoscere le ore del giorno e della notte.

§. 1292. Os. II. Le variazioni delle altezze barometriche nei paesi posti fuori la zona torrida hanno una tal relazione con alcuni fenomeni, che spesso questi sogliono prognosticarsi dall'ispezione di quelle. In fatti Middleton assicura, che nei suoi viaggi alla baja di Hudson il barometro li presagiva le burrasche, l'avvicinamento dei ghiacci, le imminenti variazioni dei venti, ed altre meteore meglio che qualunque altro segno visibile dell'orizzonte. Intanto dalle osservazioni barometriche fatte in diversi luoghi della Terra per lo spazio di molti anni si è rilevato

1.° Che l'altezza barometrica diminuisce quando il tempo tranquillo si dispone alla pioggia ed alla burrasca; quando piove; quando spirano venti impetuosi e repentini, anche

senza pioggia; quando spirano anche i venti placidi di mezzo giorno; e quando nella stagione fredda è imminente lo scioglimento del gelo.

2.° Che si aumenta l'altezza barometrica quando il tempo piovoso si dispone al sereno; quando spirano i venti boreali; e quando è imminente la formazione del gelo.

3.° Che il mercurio nel barometro si mantiene costantemente ad una notevole altezza, e convessa la superficie di esso, quando il tempo è buono e stabile.

4.° Che la sollecita diminuzione e la permanente concavità della superficie superiore della colonna barometrica bassa presagiscono quasi sempre la venuta, e la durata del tempo cattivo.

5.° Che il sollecito aumento e la permanente convessità della superficie superiore della colonna barometrica alta presagiscono quasi sempre la venuta e la durata del tempo sereno.

§. 1293. *Scol.* Intanto deesi quì avvertire, che i precedenti risultamenti sono talvolta soggetti ad alcune eccezioni; poichè talvolta cresce l'altezza barometrica quando piove, ed altre volte essa diminuisce allor che il Cielo si rende sereno. Ma da queste anomalie non può inferirsi, che dalle variazioni delle altezze barometriche non possa con probabilità prognosticarsi lo stato dell'atmosfera, e specialmente quello della pioggia. In fatti il Marchese Poleni dopo una lunga serie di osservazioni ha rilevato, che tra 1000 predizioni fatte per mezzo del barometro sulla qualità del tempo, se ne avverarono solo 645, ed il Prevost ha pure rilevato da un gran nu-

mero di osservazioni , che di tre piogge predette col mezzo del barometro due soltanto se ne avverano. Il perchè può inferirsi , che quantunque la pioggia imminente non sia l' unica cagione della diminuzione dell' altezza barometrica , pur non di meno essa dee avere una qualche influenza nella produzione di un tal fenomeno.

PROP. II. PROBL.

§. 1294. *Esporre la più soddisfacente spiegazione dei fenomeni , che si manifestano dalle altezze barometriche.*

Le forze attrattive del Sole e della Luna producono giornalierè elevazioni ed abbassamenti delle acque del mare dal medio livello , che diconsi rispettivamente *alte e basse marèe* (§§. 740 , 742 , 743 , e 748.). Dunque supposto , che l' atmosfera , da cui la Terra vien circondata , abbia la figura sferica ; tal figura per le sole attrazioni del Sole e della Luna dovrà cambiarsi in quella di una sferoide allungata , il cui asse maggiore dovrà aggirarsi intorno al centro della Terra (§. 748.). Il perchè se l' atmosfera terrestre ne fosse da per ogni dove penetrata da un medesimo grado di calore , le altezze delle colonne di aria nei differenti luoghi posti al livello del mare non sarebbero tra se uguali. Ma poichè prescindendo dalle influenze , che sulle altezze delle marèe producono le differenti posizioni delle terre , le massime alte marèe non eccedono pochi piedi ; l' è chiaro , che la differenza degli assi della sferoide , in che conformasi l' atmosfera terrestre , dev' essere talmente picciola , che da essa debbasi produrre

un'assai picciola differenza tra le altezze barometriche dei differenti luoghi posti al livello del mare. Or l'azione calorifica del Sole riscaldandone quella parte dell'atmosfera terrestre, ch'è nella zona torrida, più delle parti, che sono nelle zone temperate, e molto più di quelle altre, che soprastanno alle zone glaciali; potran considerarsi le parti dell'atmosfera terrestre, che sono nelle zone temperate, come due masse di arie temperate, ciascuna delle quali si trovi tra due masse una di aria fredda e l'altra di aria calda. Il perchè (§. 265.) dalla massa di aria, che soprastà alla zona torrida, dovranno scagliarsi due correnti di aria verso le cime di quelle masse di aria, che soprastanno a ciascuna delle zone glaciali, e dalle basi di queste masse di arie dovranno spingersi due correnti di arie fredde verso di quella. Or egli è chiaro, che la corrente superiore incontrando picciola resistenza debba muoversi con gran velocità; laddove la corrente inferiore debba muoversi con una velocità tanto minore, per quanto maggiore è il numero degli ostacoli, che ad essa si oppongono. Ma poichè presso la superficie terrestre gli strati di aria sono più o meno densi a misura che i luoghi, cui essi soprastanno, si trovano meno o più riscaldati; l'è chiaro, che supponendo le colonne aeree ugualmente alte, ad uguali distanze dalla superficie terrestre gli strati di aria debbono essere tanto meno densi, per quanto più essi distano dall'equatore, e per quanto più distanti sono dalla superficie terrestre. Dunque le correnti superiori di aria presso i poli debbono essere più veloci rispetto alle inferiori; che presso l'equatore. Il perchè la

variazione della pressione atmosferica, che vien prodotta dalla differenza di tali velocità, dee seguire la stessa legge (§. 1291. n.º 3.º).

Ciò premesso. Durante l'inverno nell'emisfero boreale cresce la densità dell'aria presso la superficie terrestre, e quindi diminuisce la resistenza alla corrente aerea, che nelle parti superiori dell'atmosfera ne progredisce dall'equatore verso il polo artico, e cresce la resistenza alla corrente aerea, che nelle parti superiori dell'atmosfera ne progredisce dall'equatore verso il polo antartico. Il contrario accade nell'estate. Danque nell'inverno dalla zona torrida passa nelle zone temperata e fredda boreali maggior quantità di aria, che nell'estate. Il perchè l'altezza barometrica nell'inverno dev'essere maggiore che nell'estate (§. 1291 n.º 4.º). Ma nella primavera e nell'autunno essendo le correnti di aria superiori sul punto di cangiare direzioni e quantità, esse debbono andar soggette a frequenti oscillazioni; onde debbonsi produrre nella pressione atmosferica continue variazioni, da cui si cagionano le continue variazioni nell'altezza barometrica, che si osservano nelle stagioni equinoziali (§. 1291 n.º 2.º). Or le correnti in queste stagioni, non avendo ben determinate le direzioni, debbono essere meno abbondanti, e perciò l'altezza barometrica diviene minore (§. 1291. n. 4.º). In oltre, da quanto quassù si è rapportato si rileva, che le variazioni della pressione atmosferica debbono rendersi più sensibili verso i poli, che verso l'equatore, e perciò l'altezza barometrica dee variare molto più, ed essere maggiore presso quelli, che presso questo (§. 1291 n.º 3.º). Oltre a che le variazioni barometriche

debbono essere tanto più sensibili, per quanto maggiori sono le pressioni, che variano. Così, a cagion di esempio, se la pressione atmosferica in un luogo produca l'altezza barometrica di 28 pollici, ed in un altro quella di 20 pollici, e tal pressione varii di 0,01 in ciascuno di essi luoghi; nel primo la variazione dell'altezza barometrica sarà espressa da 0,28 di pollici, e nell'altro tal variazione ne sarà dinotata da 0,20 di pollice. E quindi si rileva per qual ragione le variazioni delle altezze barometriche sono più sensibili a livello del mare, che sugli alti monti (§. 1291 n.º 3.º).

In oltre, le colonne aeree, che sono presso ai monti nevosi possono cagionare una qualche corrente per una certa direzione o per un eccesso di densità, o per la condensazione, che esse subiscono. Se la corrente venga eccitata dalla prima cagione, dovrà immediatamente e sensibilmente aumentarsi l'altezza barometrica nel luogo, ov'essa giunge, come avviene tra noi nello spirare dei venti boreali. Che se la corrente si promuova perchè le colonne aeree, che sono presso ai monti nevosi, condensandosi divengono più basse, l'altezza barometrica diminuisce in quei luoghi, da' quali spingesi l'aria verso i detti monti. Questo probabilmente è il caso della diminuzione dell'altezza barometrica, che spesso accompagna i venti australi nei nostri climi.

Nella stessa guisa si può spiegare per qual ragione diminuisce l'altezza barometrica quando è imminente una burrasca; poichè il disquilibrio dell'aria, che dà origine alla burrasca, si rende sensibile immediatamente al barometro.

Forse la diminuzione dell' altezza barometrica allor che è imminente una burrasca , la pioggia , o altra meteora (§. 1292 n.° 1.°) viene in parte prodotta dall'elettricità atmosferica. In fatti non mai cade la pioggia , e non mai si eccita alcuna burrasca senza un precedente , e contemporaneo sviluppo di elettricità , il quale quando è alquanto copioso ne dilata l' aria , e quindi ne fa diminuire la gravità specifica di essa : e le correnti di fluido elettrico progredendo secondo , o contro la direzione , nella quale agisce la gravità terrestre , debbono aumentarne , o diminuirne gli effetti. Non è dunque improbabile , che l' elettricità produca , o concorra a produrre le variazioni barometriche , le quali presagiscono , ed accompagnano quelle del tempo (§. 1292.). Or supposto , che l' elettricità concorra a far variare l' altezza barometrica ; l' è chiaro , che non sviluppandosi la medesima quantità di fluido elettrico in ciascun anno , non debbono aversi uguali variazioni dell' altezza barometrica in ciascun anno ; e quindi non dev' essere costante l' annua altezza barometrica media in un medesimo luogo. Intanto deesi quì avvertire , che la vera cagione dei fenomeni delle altezze barometriche non è nota con sicurezza , e che le variazioni di esse dipendono forse da varie cagioni , di cui forse le principali sono le correnti aeree , e l' elettricità atmosferica.

§. 1295. *Def. II.* Ogni corrente di aria, che spingesi con qualsivoglia velocità da un luogo in un altro, chiamasi *vento*.

§. 1296. *Scol.* Le direzioni orizzontali, per le quali spirano i venti, sono infinite: ma nella rimota antichità si consideravano soltanto quei venti, che spirando dai punti cardinali dell'orizzonte si distinguevano rispettivamente coi nomi di vento orientale, vento occidentale, vento settentrionale, e vento meridionale. L'Ateniese Adronico Cirreste fu il primo, al dir di Vitruvio, che supponendo diviso in due parti uguali ciascun quadrante dell'orizzonte, ch'è tra due punti cardinali, cominciò a tener conto dei venti, che vedeansi spirare dai punti di quelle divisioni, e che ora diconsi *venti collaterali*. I Romani in seguito aggiunsero altri sedici venti a quelli notati dai Greci, ed in tal modo ridussero i venti collaterali al numero di 20. Finalmente i moderni supponendo diviso in otto parti uguali ciascun quadrante dell'orizzonte, ch'è tra due punti cardinali, han ridotti i venti tra cardinali e collaterali al numero di 32, che nella seguente tavola vengono indicati colle loro rispettive distanze dai corrispondenti punti cardinali

<i>Nomi dei Venti</i>	<i>Distanze dal Settentrione</i>
1. Nord, o Tramontana	0°. 0'.
2. Quarta di Nord verso Nord-Nord-Est	11. 15.
3. Nord-Nord-Est, o Tramontana-Greco	22. 30.

*Nomi dei Venti**Distanze dal
Settentrione*

- | | |
|---|---------|
| 4. Quarta di Nord-Nord-Est verso Nord-Est | 33. 45. |
| 5. Nord-Est , o Greco | 45. 0. |
| 6. Quarta di Nord-Est verso Est-Nord-Est | 56. 15. |
| 7. Est-Nord-Est , o Greco-Levante | 67. 30. |
| 8. Quarta d' Est-Nord-Est verso Est | 78. 45. |

*Distanze dal
Levante*

- | | |
|---|--------------------|
| 9. Est , o Levante | 0. ^o 0' |
| 10. Quarta d' Est verso Est-Sud-Est | 11. 15. |
| 11. Est-Sud-Est , o Levante-Scirocco | 22. 30. |
| 12. Quarta d'Est-Sud-Est verso Sud-Est | 33. 45. |
| 13. Sud-Est , o Scirocco | 45. 0. |
| 14. Quarta di Sud-Est verso Sud-Sud-Est | 56. 15. |
| 15. Sud-Sud-Est , o Austro-Scirocco | 67. 30. |
| 16. Quarta di Sud-Sud-Est verso Sud | 78. 45. |

*Distanze dal
Mezzodì*

- | | |
|---|---------------------|
| 17. Sud , Mezzogiorno , o Austro | 0. ^o 0'. |
| 18. Quarta di Sud verso Sud-Sud-Owest | 11. 15. |
| 19. Sud-Sud-Owest , o Austro-Libeccio | 22. 30. |
| 20. Quarta di Sud-Sud-Owest verso Sud-Owest | 33. 45. |
| 21. Sud-Owest , o Libeccio | 45. 0. |
| 22. Quarta di Sud-Owest verso Owest-Sud-Ovest | 56. 15. |
| 23. Owest-Sud-Owest , o Ponente-Libeccio | 67. 30. |
| 24. Quarta d' Owest-Sud-Owest verso Owest | 78. 45. |

<i>Nomi dei Venti</i>	<i>Distanze da Ponente</i>
25. Owest , o Ponente	0°. 0'.
26. Quarta di Owest verso Owest-Nord-Owest	11°. 15'
27. Owest-Nord-Owest , o Ponente-Maestro	22. 30.
28. Quarta d' Owest-Nord-Owest verso Nord-Owest	33. 45.
29. Nord Owest, Maestro, o Maestrale	45. 0.
30. Quarta di Nord-Owest verso Nord-Nord-Owest	56. 15.
31. Nord-Nord-Owest , o Maestro-Tramontana	67. 30.
32. Quarta di Nord-Nord Owest verso Nord	78. 45.

Intanto i Fisici volendo distinguere eziandio i venti riguardo ai tempi, in che essi spirano, li dinotano coi nomi di *costanti* o *uniformi*, *periodici*, e *variabili*.

§. 1297. *Def. III.* I venti *costanti* o *uniformi* sono quelli, che non cessano giammai di spirare a un di presso dallo stesso punto dell'orizzonte in tutto il corso dell'anno.

§. 1298. *Def. IV.* I venti *periodici*, di cui i principali dagli Oltramontani diconsi *Moussons*, sono quelli, che per un determinato tempo dell'anno spirano da un dato punto dell'orizzonte, e poi cangiando direzione cominciano a spirare dal punto diametralmente opposto, o pressocchè diametralmente opposto, e proseguono a spirare da tal punto pel corso di un'intera stagione.

§. 1299. *Scol.* Alla classe dei venti periodici si rapportano quelli, che si dinotano coi

nomi di *marittimi*, e *terrestri*; dei quali i primi spirano dal mare verso la terra ed i secondi dalla terra verso il mare.

§. 1300. *Def. V.* I *venti variabili* sono quelli, che spirano irregolarmente da varii punti dell'orizzonte senza serbare alcuna uniformità, nè periodo, nè costante direzione.

Di tal fatta sono molti di quei venti, che sogliono spirare nelle zone temperate, e glaciali.

§. 1301. *Def. VI.* Chiamasi *anemoscopio* quell'istrumento per mezzo del quale si determina la direzione del vento.

§. 1302. *Scol.* L'anemoscopio consiste in una banderuola di metallo stabilmente congiunta all'estremità di un'asta eziandio di metallo, la quale stabiliscesi in sito verticale e colla banderuola nella parte superiore sulla sommità di qualche edificio, ove l'orizzonte sensibile sia molto esteso, ed in tal modo, che essa possa liberamente aggirarsi intorno al suo asse. Onde adattando nell'estremità inferiore di quella verga un indice perpendicolare ad essa, e la rosa dei venti stabilmente al di sotto, ed in modo che il centro di questa corrisponda all'estremità inferiore della verga; di ogni movimento, che si genera nella banderuola dall'azione dei venti, se ne determina la direzione per mezzo dell'indice, il quale ne dinota quella direzione sulla rosa dei venti. Intanto deesi quì avvertire, che negli edifizii abitati convien corredare l'asta verticale dell'anemoscopio dei convenienti fili di salute, affin di evitare le funeste conseguenze, che il fluido elettrico attratto da quella verga potrebbe cagionare nel sottoposto edificio.

§. 1303. *Os. III.* In alto mare tra i limiti

della zona torrida spira dall' oriente per tutto il corso dell' anno un vento , che dicesi *alisèo*, o *subsolano*. Tal vento non serba una costante direzione nè in tutta l' estensione della zona torrida , nè in tutte le stagioni dell' anno ; poichè nella parte boreale di quella zona esso cospira col greco , e nella parte australe collo scirocco. Ma quando il Sole sembra percorrere i segni boreali dell' ecclittica , il vento alisèo nella parte settentrionale della zona torrida diviene un poco più orientale , e nella parte australe un poco più meridionale. Per lo contrario quando il Sole sembra percorrere i segni australi dell' ecclittica , il vento alisèo nella parte boreale della zona torrida spira da un punto più vicino al settentrione , e da un punto più vicino al levante nella parte australe della stessa zona. Oltre a che il vento alisèo , che nella parte meridionale della zona torrida cospira collo scirocco , giugne fino a 3 gradi di latitudine boreale ; laddove quello , che nella parte boreale della stessa zona cospira col greco , giunge solo fino alla latitudine boreale di 5 gradi. Il perchè nella parte boreale della zona torrida evvi una picciola zona , che ha un ampiezza talvolta poco maggiore , e talvolta poco minore di 2 gradi in circa , e che dicesi *limite degli alisèi* , in cui non spirano venti costanti , ma vi s'incontrano frequenti calme accompagnate da copiosissime piogge , e non meno frequenti burrasche.

§. 1304. *Os. IV.* Nello spazio limitato dal secondo e decimo grado di latitudine australe , e che è tra le Isole Giava , Sumatra , e Madagascar da maggio sino ad ottobre spira il vento

scirocco , e da novembre sino a maggiò il vento maestro-tramontana. Sulle coste di Arabia , del Malabar , nel Golfo di Bengala , ed in generale nella parte settentrionale dell'Oceano Indiano fino all' Equatore dal mese di aprile insino ad ottobre spira uno scirocco impetuosissimo e procelloso , e dall' ottobre insino all' aprile spira il vento Greco non molto violento , ed accompagnato da una costante serenità del Cielo. Dalla latitudine di Yambo sul Mar Rosso fino a Suez , poco dopo dell' equinozio di primavera , comincia a spirare un vento , che gli Arabi chiamano *Kumseen* , che vuol dire 50 , perchè precede di 50 giorni l'escrescenza del Nilo , e tal vento dura fino al settembre. Or le osservazioni de' viaggiatori hanno fatto conoscere , che il cangiamento di direzione dei venti periodici non ha luogo in brevissimo tempo ; poichè talvolta esso vien preceduto da una perfetta calma , e talvolta da venti variabili , ed in alcuni luoghi vien preceduto da venti burrascosi e veementi.

§. 1305. *Os. V.* I venti marittimi spirano regolarmente dal mare verso la terra nei giorni sereni , ed alquanto caldi : essi cominciano placidamente qualche ora dopo il nascere del Sole , ed acquistano successivamente vigore , e s'insinuano più dentro terra a misura che il Sole più si approssima al meridiano. Qualche ora prima di tramontare il Sole i venti marittimi cominciano ad illanguidirsi , e cessano finalmente sulla sera per ricominciare nel dì seguente. Ai venti marittimi succedono i terrestri , che spirano in tutta la notte. Nel continente questi cominciano a picciola distanza dal mare ; ma nelle isole es-

si spirano da ogni lato , e rendonsi più sensibili nell' imboccature dei fiumi.

PROP. III. PROBL.

§. 1306. *Indicare la più probabile cagione , da cui ne son prodotti i venti costanti , o uniformi.*

Sol. Gli strati della colonna di aria , nella cui direzione trovasi il Sole , essendone più riscaldati delle altre masse aeree , che ne circondano la Terra, debbono espandersi per tutte le direzioni ; onde debbono fluire verso quelle parti , ove incontrano minori resistenze. Ma le colonne aeree , che sono all' oriente della prima , per esserne state anteriormente riscaldate , hanno acquistata un' elasticità maggiore di quelle , che trovansi all' occidente. Dunque la dilatazione orizzontale degli strati aerei della prima colonna dovrà farsi dall' oriente verso l' occidente, e da essa dovrà prodursi una corrente di aria. Ma per le ragioni esposte nel §. 1294. dalla dilatazione superiore della prima colonna di aria produconsi nelle sublimi regioni dell' atmosfera due correnti di aria dall' equatore verso i poli , e nelle regioni inferiori due altre correnti dai poli verso l' equatore. Dunque quella corrente di aria , che nelle regioni inferiori dell' atmosfera dal nord progredisce verso il sud , incontrandone nella parte della zona torrida posta nell' emisfero boreale l' altra corrente , che ivi si fa dall' oriente verso l' occidente , ne dee risultare da queste due correnti una sola , che dee conspirare col vento Greco ; laddove la corrente di aria , che nelle regioni inferiori dell' atmo-

sfera dal sud progredisce verso il nord incontrandone nella parte della zona torrida posta nell' emisfero australe l'altra corrente, che ivi si fa dall'oriente verso l'occidente, ne dee risultare da queste due correnti una sola, che dee cospirare col vento Scirocco: e queste due correnti, che nella zona torrida si formano dall'una e dall'altra parte dell'equatore, sono quelle, che costituiscono i venti alisèi. Or poichè il Sole impiega 7 giorni e 17 ore in circa di più a percorrere i segni boreali dell'ecclittica, che gli australi; l'è chiaro, che la massima temperatura media del globo terrestre debba aversi in alcuni luoghi della zona torrida, che sono tra l'equatore e'l tropico di cancro, e probabilmente tali luoghi sono quelli, che si trovano tra 3 e 5 gradi di latitudine boreale. Il perchè nei medesimi luoghi la più gran parte dell'aria per cagione dall'enorme rarefazione ne vien sollevata in alto; e quindi componendosi questa corrente verticale ascendente con quella orizzontale, che procede da uno dei poli, dovrà risultarne una corrente ascendente inclinata, e gli alisèi dovranno cessare. Dunque nella zona terrestre, che ha per limiti i paralleli, le cui latitudini sono di 3 e di 5 gradi verso borea, non debbono aver luogo gli alisèi (§. 1303.).

In oltre, poichè l'aria, che soprastà all'emisfero boreale della Terra n'è più rarefatta quando il Sole percorre i segni boreali dell'ecclittica, che quando ne percorre gli australi; l'è chiaro, che con minor impeto nelle regioni superiori dell'atmosfera debba scagliarsi la corrente di aria dall'equatore verso il nord quando il Sole percorre i segni boreali dell'ecclittica,

che quando ne percorre i segni australi. Il perchè nelle basse regioni dell'atmosfera la corrente di aria, che per l'azione calorifica del Sole si genera dal nord verso l'equatore, dev'essere più veloce quando il Sole sembra percorrere i segni australi, che quando sembra percorrerne i segni boreali. Dunque muovendosi sempre colla stessa velocità la corrente, che dall'azione calorifica del Sole sotto l'equatore si eccita da levante verso ponente, ed essendo la corrente di aria diretta dal nord verso l'equatore più o meno veloce, secondo che il Sole ne percorre i segni australi o i segni boreali dell'ecclittica; l'è chiaro da ciò che fu dimostrato nel §. 103, che la direzione della risultante di queste due correnti debba deviare più o meno dalla linea levante-ponente, secondo che il Sole ne percorre i segni australi o i segni boreali dell'ecclittica. Dunque mentre la direzione del vento alisèo nella parte boreale della zona torrida si approssima alla linea levante-ponente, se ne dee allontanare nella parte australe della stessa zona, e viceversa. Il che è conforme alle osservazioni (§. 1303.).

PROP. IV. PROPL.

§. 1307. *Indicare le più probabili cagioni, da cui ne son prodotti i venti pòriodici.*

Le correnti di aria, che dall'azione calorifica del Sole nelle alte regioni dell'atmosfera vengono prodotte, debbono periodicamente variare di energia al variare delle stagioni. Onde da esse si debbono produrre delle corrispondenti alterazioni di equilibrio, da cui hanno origine

alcuni tra i venti periodici. Ma alla produzione di tali venti sembra, che oltre ai cangiamenti delle stagioni vi contribuiscano ancora le circostanze locali dei varii paesi, per cui l'aria n'è più o meno riscaldata, e rarefatta, e spinta per una o per un'altra direzione. In fatti mentre il Sole ne percorre i segni boreali dell'ecclittica, riscalda e rarefa l'aria, che soprastà alle coste di Arabia e delle Indie dall'una e dall'altra parte del Gange; onde dalle parti meridionali vi accorre l'aria più densa, da cui producesi il vento Scirocco, che sentesi anche nel contiguo mare. Per la stessa ragione il vento Kumseen, che vien riguardato come una continuazione di quello, che da maggio fino ad ottobre sentesi nel Mare Indiano, spira 50 giorni prima dell'escrescenza del Nilo fino a tutto il mese di settembre; poichè lo Scirocco, da cui il vento Kumseen è prodotto, spingendone moltissime nuvole tra i monti della Luna verso la Nubia e l'Abissinia, da cui trae origine il Nilo, cagiona in quei luoghi abbondanti piogge. Al contrario il vento Nord-Est, che dal mese di ottobre fino a maggio spira sulle coste di Arabia, e nel Mar delle Indie, vien prodotto dal raffreddamento dell'aria nell'emisfero boreale, la quale accorrendo verso le parti meridionali produce il vento Nord-Est in quei luoghi. In simil guisa dalla considerazione delle circostanze particolari di varii luoghi si possono indicare le cagioni dei periodi di varii venti.

Or tutto ciò che contribuisce a rarefare e condensare periodicamente l'aria in qualche parte dell'atmosfera può cooperare colla forza calorifica del Sole a produrre i venti periodici. Tale è probabilmente l'evaporazione delle acque, da

cui forse dipende il periodo dei venti marittimi e terrestri. In fatti nel corso del giorno l'aria, che è sul mare, si rarefa meno dell'altra, che trovasi sulla Terra. Onde da quella spingesi una corrente verso di questa, da cui producesi il vento marittimo. Ma nella notte quantunque si riducano a un di presso tra se eguali le temperature delle arie, che sono sulla Terra e sul Mare; pur non di meno contenendo l'aria marina maggior quantità di vapore acquoso, che ne diminuisce la densità, e questi vapori condensandosi nella notte, deesi per tal ragione formare una corrente dalla Terra verso del Mare, cioè un vento terrestre.

PROP. V. PROBL.

§. 1308. *Indicare le più probabili cagioni, da cui ne son prodotti i venti variabili.*

I venti variabili debbono essere prodotti da cagioni, che non agiscono uniformemente, nè dopo determinati intervalli. Il perchè prescindendo dal calore del Sole, che può contribuire nella direzione di siffatti venti, si debbono riguardare come cagioni produttrici di essi, le fermentazioni, che spesso han luogo nelle viscere, e nella superficie della Terra, lo sviluppo del fluido elettrico, la formazione di alcune meteore, le correnti di aria, che sovente escono fuori da sotterranee caverne, lo scioglimento delle nevi, le grandi tempeste di mare, ed altre dello stesso genere, le quali qualora agiscono senza regolarità producono i venti variabili.

§. 1309. *Os. VIII.* I venti di rado nelle basse regioni dell'atmosfera hanno una direzione

orizzontale ; perciò essi increspano la superficie delle acque. Ma spesso accade , che due venti si urtino per opposte direzioni , e quindi producono un *vortice* , il quale talvolta si genera anche da una corrente di aria , che vien riflessa da qualche ostacolo.

§. 1310. *Os. IX.* I venti per lo più hanno le proprietà dell'aria di quelle regioni donde procedono , o per le quali passano. In fatti tra noi i venti boreali producono nell'inverno il massimo freddo , e nell'estate un desiderato rinfrescamento. Il vento nord-owest è più secco , che umido : il vento di owest è spesso cagione di temporali , e fa sì che il Cielo alterni il bel sereno coll'oscurità delle nubi : il vento sud-owest , e molto più quello di owest producono una umidità , che si annunzia di per se , bagnandosi naturalmente le pietre , e le mura : il vento sud-est , e quello di est portano la pioggia.

§. 1311. *Os. X.* Le osservazioni mostrano , che alcuni venti sono utili , ed altri dannosi alla salute , e molte volte non se ne comprende la ragione. In fatti il vento di Est detto *Harmattan* , dagli abitanti delle coste occidentali dell'Africa dove spira periodicamente in Gennajo ed in febbrajo per breve tempo , quantunque sia accompagnato da folta nebbia , è saluberrimo per quei luoghi , che si trovano direttamente sul suo passaggio. Per lo contrario il vento *Sumyel* , che nella calda stagione spira con violenza nel gran deserto di Arabia , è funesto agli animali , attaccando il principio vitale , in modo che gli uomini non possono evitarne l'influenza mortifera senza gettarsi a terra , e tener coperta la testa insino a che sia passato. Ed i dromedarii

per liberarsi dalla morte han per istinto di ficcare il naso nella polvere quando sentono, che si accosta il vento Sumyel.

C A P. IV.

DELLE METEORE, CHE VENGONO PRODOTTE DALLE
MODIFICAZIONI, CHE SUBISCE LA LUCE DEGLI
ASTRI NELL' ATMOSFERA.

§. 1312. La luce degli astri traversando l'atmosfera terrestre vi subisce alcune modificazioni, le quali producono diversi fenomeni, che debbono annoverarsi tra le meteore. Or essendosi nel Libro VI. rapportate le spiegazioni del crepuscolo, della rifrazione della luce, e delle code delle Comete; in questo Capo ci limiteremo soltanto a dare la spiegazione, 1.^o del *miraglio o fata morgana*, 2.^o del *colore azzurro del Cielo*, 3.^o dello *scintillare delle stelle fisse*, 4.^o degli *aloni* intorno al Sole, alla Luna, ed alle Stelle; 5.^o del *parelio* e della *paraselene*, 6.^o e dell' *iride*. Intanto ecco l'esposizione e le spiegazioni dei primi tre dei nominati fenomeni.

§. 1313. Qualora in una vasta pianura la temperatura atmosferica è alquanto elevata, ed il suolo ha picciola capacità pel calorico; suole accadere, che degli oggetti situati nella medesima pianura e veduti a grandi distanze ne compariscono le immagini dritte e le rovesciate; anzi gli stessi oggetti appariscono come se stassero in parte immersi dentro dell'acqua, ed il terreno comparisce da lungi come se fosse inondato dalle acque. Ma il viaggiatore a misura che s'innol-

tra verso gli oggetti vede allontanare da se i limiti di quella inondazione, che in fine sparisce intieramente. Questo fenomeno è quello, che vien detto *miraglio* o *fata morgana*, di cui eccone la spiegazione.

§. 1313. La temperatura molto elevata dell'atmosfera, e la picciola capacità del suolo pel calorico ne debbono dilatare gli strati di aria, che successivamente pongonsi in contatto col suolo (§. 817.), assai più degli strati immediatamente soprapposti. Il perchè procedendo da un'altezza non molto grande verso del suolo, le densità degli strati di aria debbono continuamente diminuire. Or suppongasi, che (*fig.5.*) PX rappresenti un oggetto alquanto alto, e verticalmente situato sul suolo KL, e sieno ABDC, CDFE, ec. gli strati di aria di densità decreascenti dal punto P insino al suolo KL. Egli è chiaro, che se nello stesso strato di aria col punto più elevato P dell'oggetto PX si trovi l'occhio O dello spettatore, dovrà questi vedere per la direzione OP l'estremità superiore dell'oggetto. Ma poichè dal punto P partono raggi di luce per direzioni divergenti, tra questi ve ne dovrà essere uno PM, che incontrando obbliquamente lo strato CDFE di minor densità del primo ABDC, dovrà discostarsi dalla perpendicolare elevata dal punto M al piano CD, ed incontrarne il piano EF sotto un angolo minore di PMD. Il perchè se il raggio MN si rifrange di bel nuovo nel punto N in modo che ne incontri il piano GH sotto tale angolo, che non possa (§. 337.) introdursi nello strato GHLK; il raggio NQ ne sarà riflesso per QR, e rifrangendosi prima nel punto

R, e poi nell'altro S, potrà pervenire nell'occhio O dell'osservatore per la direzione SO. E quindi l'osservatore dovrà vedere l'immagine del punto P nella direzione della retta OV, che tocca la curva PNQO nel punto O. Nello stesso modo si può dimostrare, che di altri punti dell'oggetto PX debbono vedersi dallo spettatore le immagini in punti, che sono più vicini al suolo KL di quello che ne sia il punto V. E perciò dell'oggetto PX si veggono dallo spettatore due immagini, una dritta, e l'altra rovesciata.

§. 1314. I raggi di luce, che dagli astri cadono sulla superficie della Terra, ne son riflessi per tutte le direzioni, e quindi incontrandone le particelle dell'atmosfera alcuni si rifrangono ed altri si riflettono, e cadono di nuovo sulla superficie terrestre. Ma poichè i raggi indaci e violetti si riflettono più facilmente degli altri (§. 416.), i quali sono più atti a traversare i corpi diafani (§. 391.), ed i raggi violetti sono troppo deboli per eccitare sull'organo della vista la sensazione di quel colore, che è proprio di essi; l'è chiaro, che la massa dell'atmosfera per la riflessione della più parte dei raggi indaci e violetti debba comparire dalla Terra di colore azzurro, il quale nello stato di perfetta serenità dee tendere al violetto, come in fatti si osserva. Or poichè la nostra atmosfera sembra estendersi fino alla superficie di quella sfera; ove appaiono collocati gli Astri; l'è chiaro, che la volta del firmamento apparisca di colore azzurro per cagione della proprietà dell'aria, la quale quantunque sembri perfettamente trasparente; pur non di meno riflette verso la Terra

i raggi indaci ed i violetti in preferenza degli altri raggi dello spettro solare.

§. 1315. Lo scintillare delle stelle fisse, probabilmente vien prodotto da quei piccioli corpicciuoli opachi, che galleggiando nell'atmosfera nascondono di tratto in tratto l'impressione dei raggi di luce da quegli astri emanati sulle retine dei nostri occhi, o per lo meno ne diminuiscono l'effetto; il che non può rendersi sensibile nei Pianeti a cagione della grandezza dei loro diametri. In fatti da viaggiatori degni di fede, tra quali può noverarsi il Chiaris. Bouguer, vien riferito, che in certi luoghi della Terra, come sono una parte dell'Arabia, il Perù, Begdad, e Pondichery, in certi mesi dell'anno essendo le notti serene, o trovandosi ad una notevole altezza sull'orizzonte sensibile, le stelle non si veggono scintillare.

§. 1316. Os. IX. Qualora l'atmosfera è assai umida spesso vedesi il Cielo coperto da un sottil velo nuvoloso: il Sole poi, la Luna, i Pianeti, e le stelle fisse di prima grandezza compariscono circondate da una corona più luminosa del resto del firmamento, la quale sovente si manifesta coi colori dell'arco-baleno. A tal corona vien dato il nome di *Alone*. Si distinguono però due sorti di aloni. Alcuni sono piccioli congiunti al corpo, che circondano, e rossi all'esterno. Altri hanno (fig. 8.) il diametro, che vedesi sotto l'angolo di circa 45° , e nei quali il color rosso è rivolto all'interno: in questi ultimi si è osservato non di rado un secondo alone ad una doppia distanza del corpo luminoso.

§. 1317. *Rapportare la spiegazione degli Aloni.*

Gli Aloni vengono certamente prodotti dai vapori sparsi nell'atmosfera, e particolarmente da quelli, che diconsi vescicolari, i quali allorché sono molto densi, o agghiacciati, ed in gran quantità, debbono rifrangere i raggi di luce, che passano a traverso di essi, e quindi gli astri, da cui quei raggi di luce provengono compariscono circondati da corone di variati colori. Il che vien confermato non solo dall'osservarsi, che tali meteore compariscono soltanto in tempi nebbiosi, e dileguansi allo spirare dei venti, i quali dissipano, e portano altrove quei vapori, ma eziandio dall'osservare, che ponendo tra il lume di una candela ed i nostri occhi un vase pieno di acqua bollente, il vapore, che da questa si solleva, ne fa comparire intorno a quel lume un bel cerchio luminoso, variamente colorito, e del tutto somigliante ad un Alone.

§. 1318. *Os. X.* Durante la stagione fredda qualora l'aria trovasi assai torbida compariscono talvolta in Cielo unitamente al vero Sole, o alla vera Luna alcune immagini di tali astri, che diconsi rispettivamente *parelii*, e *parasele-ne*. Tali immagini talvolta compariscono nella periferia di un anello bianchiccio parallelo all'orizzonte, la cui larghezza pareggia quella del diametro apparente dell'astro, ed è intersegato da aloni, che circondano l'astro medesimo. In tal caso i *parelii* e le *parasele-ne* si veggono nelle sezioni del detto anello e degli aloni. Non di rado essi hanno una coda lunga, e talvolta sono

congiunti al vero astro per mezzo di una croce luminosa. Altre volte trovandosi il Sole o la Luna nell'orizzonte, i parelii e le paraselene compariscono in una colonna verticale luminosa, e dello stesso diametro dell'astro vero. Il numero dei parelii e delle paraselene non è costante; alcune volte ne compariscono due ed altre volte fino a sei: la grandezza di essi è quasi l'istessa di quella dell'astro vero; ma la luce n'è alquanto più debole, e la figura non perfettamente rotonda. Nel dì 20 Marzo dell'anno 1629 si videro in Roma quattro parelii nel seguente modo disposti. Essendo (fig. 9.) A il luogo dell'osservatore, B il suo zenit, ed S il luogo del Sole vero, comparve un anello circolare KMLN bianco, parallelo all'orizzonte, e disteso pel Sole vero S. Nella periferia poi di quell'anello si videro quattro parelii nei punti K, M, L, N, tra i quali quello, che era in N, avea una coda NI nella direzione opposta al Sole S. Comparvero finalmente intorno al Sole S due aloni, dei quali l'interiore era ornato di colori sì vivi, che rassomigliava molto ad un iride; ma l'altro, cioè l'esteriore, che passava pei parelii N, e K, era debolissimo.

PROP. VII. PROBL.

§. 1319. *Esporre la più soddisfacente spiegazione dei parelii, e delle paraselene.*

Sol. Tra tutte le ipotesi stabilite dai Fisici affin di spiegare da quali cagioni produconsi i parelii, e le paraselene, la più probabile sembra certamente quella, che fu ideata dal Chiar. Cristiano Ugenio, il quale suppone, che quei fe-

nomeni sieno cagionati da due rifrazioni, e da una riflessione dei raggi solari cadendo sopra alcuni picciolissimi cilindretti di neve, o di nebbia congelata, i quali sono trasparenti nella parte esteriore, ed opachi nell'interno, e si equilibrano nell'atmosfera a cagione della loro picciolezza e gravità specifica. Or la stagione fredda, e la nebulosità, che si osserva nell'atmosfera allor che si veggono i parelii, e le paraselene, ne fan rilevare, che realmente nel tempo, in che si manifestano tali fenomeni debbano esistere nell'atmosfera dei piccioli cilindretti di neve, i quali talvolta in simili circostanze son caduti in terra, come viene assicurato da Pietro Mussckenbroek.

Intanto affinchè si possa facilmente comprendere l'ipotesi Ugeniana intorno alla spiegazione dei parelii e delle paraselene, si concepisca, che (*fig. 10.*) AB rappresenti uno dei mentovati cilindretti di neve, la cui parte di mezzo CD sia opaca, e l'esteriore, per essere stata alquanto liquefatta dal calor del Sole, sia trasparente. Il perchè avendo l'acqua una gravità specifica maggiore di quella della neve, una porzione di essa, che ne circonda il cilindro di neve CD, dovrà discendere giù, e conformandosi in figura presso che sferica BO, ne farà prendere a quel cilindro la posizione verticale, per esserne tra D ed O il centro di gravità dell'intiera massa OBA. Or se dal Sole vero F sulla parte opaca del cilindretto AB cada un fascetto di raggi di luce FG, tal che riflettendosi per GH vada a ferirne l'occhio H di uno spettatore; questo dovrà vedere un altro Sole per la direzione HG. Ma l'angolo FGA pareggia l'altro HGK. Dun-

que il complemento di quello dovrà pareggiare il complemento di questo. Il perchè il Sole apparente I dovrà comparire sull'orizzonte alla medesima altezza del Sole vero F. In oltre, poichè dei raggi di luce, che dal Sole vero F son vibrati sulla superficie del cilindro AB, alcuni son rifratti traversandone la parte diafana di esso cilindro; l'è chiaro, che questi convergendone in un punto N vi debbano formare un'altra immagine del Sole vero F. Finalmente quei raggi, che traversando la parte sferica BO si rinfrangono, debbono dipingere gli anelli colorati, che sogliono vedersi nell'apparizione dei parelii. Dunque a misura che l'atmosfera si trova più o meno carica di quei cilindretti, a misura che questi sono più o meno consistenti, ed a misura che essi hanno una tale o tale altra posizione rispetto al Sole ed all'Osservatore, si dovrà da questi vedere un maggiore o minor numero di parelii per un tempo più o meno lungo. Nello stesso modo si può dare la spiegazione delle parascelene; poichè i fenomeni osservati in queste sono simili a quelli, che si osservano all'apparire dei parelii. Or questi fenomeni furono dall'Ugenio artificialmente prodotti ponendo di rincontro al Sole un cilindro di vetro pieno di acqua, ed avente nel mezzo un cilindro di legno.

§. 1320. *Def. VII.* Quell'arco formato da fasce di differenti colori, che talvolta comparisce in quella parte del Cielo dove cade la pioggia, chiamasi *iride*, o *arco-baleno*.

§. 1321. *Os. XI.* L'iride comparisce sempre in quella parte del Cielo, ch'è opposta al Sole, e talvolta anche alla Luna, ed ove l'acqua sta cadendo in pioggia. I colori, che esso mostra

sono quei medesimi, che si osservano nello spettro solare (§. 374. n.° 3.°); ma di questi con più chiarezza si distinguono il rosso, il giallo, il verde, e l'indaco. Però tali colori talvolta procedendo dall'estremità esteriore dell'arco verso l'interiore si succedono nell'ordine seguente; cioè rosso, arancio, giallo, verde, blu, indaco, violetto, che sono in una fascia del diametro di 1.° 45', ed altre volte seguono l'ordine inverso; ma in questo caso i colori dell'iride sono assai più deboli, e si trovano in una fascia del diametro di 3.° 10' in circa. Il perchè nel primo caso l'iride si dice *primario*, e nel secondo chiamasi *secondario*.

§. 1322. *Os. XII.* Alcune volte compariscono contemporaneamente due, e di rado anche tre iridi tra se concentrici, dei quali l'interno è primario, l'esteriore secondario, e l'terzo, qualora si scorge, comparisce con colori assai più deboli di quelli del secondo. Ma l'iride primario non mai si vede, qualora l'altezza del Sole sull'orizzonte oltrepassa i 42°, e l'secondario quando quell'altezza oltrepassa i 54°: tali iridi poi appariscono sempre sotto la forma di arco di cerchio, che è maggiore, o minore a misura che il Sole è più o meno prossimo all'orizzonte, ma non mai eccede la semicirconferenza.

PROP. VIII. PROBL.

§. 1323. *Esporre la spiegazione dell'iride.*

Sol. Suppongasi, che un fascetto (fig. 11.) SA di raggi di luce vibrato dal Sole ne incontri obliquamente la goccia di acqua ABD, tal che i raggi di diversi colori di esso fascetto ri-

frangendosi per diverse direzioni a traverso dell'acqua ne incontrino la superficie opposta della goccia presso al punto B. Onde se presso allo stesso punto ciascuno degli angoli d'incidenza sia poco minore di $48.^{\circ} 35'. 25''$, il cui seno sta al raggio a un di presso nella ragione di 3:4, molti dei raggi rifratti pervenendo presso al punto B non potranno di bel nuovo rifrangersi (§. 337.), ma ne saranno riflessi da B verso D, ove incontrandone l'aria si rifrangeranno per diverse direzioni (§§. 376. e 387.); tal che i raggi violetti ne saranno rifratti per la direzione DK, che prolungata incontra la direzione SA dei raggi incidenti sotto l'angolo G; laddove i raggi rossi si rifrangeranno per la direzione DH, la quale prolungata ne incontra la SA sotto l'angolo F, mentre tra le rette DH e DK passano le direzioni dei raggi aranci, gialli, verdi, blu, ed indaci. Il perchè l'Osservatore dovrà vedere il colore rosso, se abbia l'occhio nella retta DH, e se il suo occhio si sollevi gradatamente fino alla retta DK, esso dovrà vedere successivamente tutti i colori dello spettro solare. Che se l'occhio dell'Osservatore si mantenga nella retta DH, e la goccia ABD si abbassi in modo che il punto C di essa ne pervenga in M, si dovranno pure dal medesimo successivamente vedere i differenti colori dello spettro solare. Dunque se lo spazio CM sia ripieno di gocce di acqua uguali e simili ad ABD, l'Osservatore dovrà vedere l'uno sopra l'altro tutti i colori dello spettro solare. Or se l'occhio dell'Osservatore si trovi in H, e per H si distenda la HN parallela ad SA, e poi la retta HD si aggiri intorno alla HN descrivendo la superficie di

un cono; la circonferenza della base di quel cono dovrà comparire di color rosso; se in essa si trovino le gocce di acqua, che stanno per cadere in pioggia. Lo stesso potrà convenevolmente dimostrarsi per rapporto agli altri colori, che si osservano nell'iride, i quali dovranno tutti contenersi in altre armille circolari, che distano dalla HN meno di quello che ne dista l'armilla di color rosso; poichè supponendo che la goccia ABD si abbassi finchè la DK ne incontri la HN nel punto H, essa dovrà formare colla HN un angolo minore di DHN di quanto è l'angolo HDK, cioè FDG, o sia di quanto è la differenza degli angoli DFA, DGA. Dunque in quelle armille i colori dello spettro solare dal rosso insino al violetto procedono dall'estremità esteriore insino all'interiore, e la larghezza della fascia, nella quale sono quei colori, dovrà apparire sotto l'angolo di $1^{\circ}.45'$, che è differenza dei due DFS, DGS.

Or supponendo le gocce di acqua di figura sferica, e l'angolo ABO di $48^{\circ}.35'.25''$, dovrà essere pure l'angolo BAO di $48^{\circ}.35'.25''$. Ma la ragione di 3 a 4 pareggia quella di $\text{sen. } 48^{\circ}.35'.25''$ al raggio. Dunque dev'essere retto l'angolo SAE, e'l raggio incidente SA non potrà introdursi nella sfera ABD. Ma qualora più raggi di luce cadono obliquamente sulla superficie di un corpo diafano, alcuni di essi raggi si rifrangono, ed altri si riflettono. Dunque quantunque l'angolo SAE sia minore del retto, pur non di meno alcuni raggi del fascetto SA si dovranno riflettere nel punto A, ed altri rifrangersi per AB formando colla OA angoli minori di $48^{\circ}.35'.25''$. Il perchè dovrà essere pure l'an-

golo OBA minore di $48^{\circ}.35'.25''$, e ciascuno degli altri OBD, ODB sarà pure minore di $48^{\circ}.35'.25''$. Adunque nei punti B e D alcuni raggi si rifletteranno, ed altri si rifrangeranno. Or se l'angolo SAE diminuisca oltre un certo limite, la più parte dei raggi del fascetto SA si rifrangerà per AB sotto un angolo di rifrazione assai minore di $48^{\circ}.35'.25''$. Onde assai minore di $48^{\circ}.35'.25''$ sarà pure l'angolo OBA, e la più parte dei raggi del fascetto AB si rifrangerà di nuovo nel punto B. Dunque trovandosi il Sole al di là di una certa altezza sull'orizzonte non si potrà vedere l'Iride (§. 1322.).

Suppongasì in secondo luogo, che un fascetto (*fig. 12.*) SA di raggi di luce vibrato dal Sole ne incontri obliquamente la goccia di acqua ABD verso la parte inferiore, tal che i raggi di esso fascetto rifrangendosi formino angoli di rifrazione alquanto minori di $48^{\circ}.35'.25''$. Onde supponendo, che la goccia di acqua sia di figura sferica, la più parte di quei raggi dovrà incontrare la superficie di essa sfera sotto gli angoli d'incidenze ABO uguali ad OAB, cioè minori di $48^{\circ}.35'.25''$; e perciò alcuni di essi si dovranno rifrangere, ed altri ne saranno riflessi verso D, dove alcuni raggi, che vi pervengono, si dovranno rifrangere, ed altri riflettere per DF. Il perchè dovrà essere assai picciola la porzione di quei raggi del fascetto SA, che pervenendone al punto F dopo due rifrazioni e due riflessioni si rifrange di bel nuovo per FH, FK, ec. Or poichè in questo caso la OL trovasi al di sopra dei raggi rifratti; l'è chiaro, che i raggi rossi si dovranno piegare per la FH, i violetti per FK, e gli altri per

direzioni intermedie ; tal che se l'occhio si trovi in H e la goccia ne ascenda in modo che il punto C di essa ne pervenga in M , si vedranno successivamente dall'occhio tutti i colori dell'Iride , che dal rosso insino al violetto procedono da giù in sù , siccome scorgesi nell'Iride secondaria , ed i colori , che si osservano procedendo la goccia di acqua da giù in sù , saranno più deboli di quelli , che si ottengono qualora il fascetto di raggi di luce ne incontra la superficie superiore della goccia , e vi subisce due rifrazioni , ed una riflessione. Ma nell'Iride secondario i colori sono alquanto più deboli che nel primario , la larghezza dell'Iride primario è di $1^{\circ} 45'$, e quella del secondario è di $3^{\circ} 10'$ in circa. Dunque l'è ragionevole il supporre , che l'Iride primario venga prodotto da due rifrazioni ed una riflessione , e l' secondario da due riflessioni e due rifrazioni dei raggi del Sole a traverso delle gocce di acqua , che stanno per cadere in pioggia.

C A P. V.

DELLE METEORE ACQUEE.

§. 1324. *Os. XIII.* La nebbia , che formasi spesso sul far del giorno nei luoghi e nelle stagioni umide e fredde , talvolta convertesi in pioggia ed altre volte dileguasi al crescere il calore del Sole , o in virtù di qualche vento. Essa talvolta sperimentasi contraria all'economia animale e vegetabile , ed altre volte non cagiona alcun male. La nebbia alcune volte è di cattivo odore , ed altre volte non manifesta odore sensibile.

§. 1325. *Esp. I.* Se in tempo di nebbia da una bottiglia di Leyden si tolga il turacciolo col filo conduttore, e l'armatura esteriore di essa si ponga in comunicazione col suolo, e poi la stessa bottiglia si riempia di nebbia, otturandola di nuovo, si troverà più o meno carica di elettricità positiva.

§. 1326. *Cor.* Dunque la nebbia è positivamente elettrica.

§. 1327. *Esp. II.* Se in tempo di nebbia a cielo aperto si tenga con una mano una tavoletta nera ben levigata, e coll'altra una lente da ingrandire; osservando quella tavoletta, a traverso della lente, si vedranno passare tra questa e quella molte picciolissime sfere, vaporose tra se equidistanti.

§. 1328. *Cor.* Dunque la nebbia è un complesso di vapori vescicolari.

§. 1329. *Os. XIV.* Il Chiar. Davy ha rilevato da molte osservazioni, che qualora si forma la nebbia sopra un fiume, un lago, o altro luogo umido, la temperatura dell'aria soprastante è sempre alquanto minore di quella dell'acqua o del suolo umido sottoposto. Il che si è pure rilevato da Giorgio Harvey per mezzo di un gran numero di osservazioni. Onde si è stabilito dal Davy e dall' Harvey, che la nebbia si formi solo quando la temperatura dell'acqua o del suolo umido, da cui si sollevano i vapori, l'è per lo meno di tre, o quattro gradi del termometro di Fahrenheit maggiore di quella dell'aria soprastante, e che la nebbia l'è tanto più folta, quanto più è grande la detta differenza di temperature.

§. 1330. *Cor. I.* Il perchè la nebbia si forma

tosto che i vapori perfetti, che si sollevano dalle acque, si riducono a vescicolari per un aumento di evaporazione, per una diminuzione di temperatura, o per mezzo della compressione, che soffrono dalla forza di un vento, che spira contro di un alto monte, o per tutte queste cagioni.

§. 1331. *Cor. II.* E poichè il vapore acquoso condensandosi più o meno rigetta maggiore o minore quantità di quel fluido elettrico, che esso assorbi passandone dallo stato liquido a quello di fluido elastico (§§. 943, e 944.); l'è chiaro, che le picciolissime sfere, da cui scorgesi formata la nebbia, debbano essere circondate da atmosfere elettriche, e quindi esse debbano scambievolmente respingersi con forze uguali. Il perchè se tra i vapori acquosi si trovino anche delle esalazioni dei corpi dei tre regni della natura, può accadere, che la nebbia sia nociva agli animali ed ai vegetabili, ed anche di cattivo odore.

§. 1332. *Cor. III.* In oltre, se i vapori vescicolari, di cui la nebbia è formata, trasmettono il fluido elettrico nel seno della Terra per mezzo dei vapori concreti o di altri corpi conduttori, quei vapori si riuniscono, e riducendosi più gravi dell'aria si convertono in pioggia. Che se aumentasi la temperatura dei vapori concreti, o l'azione di un vento li riduca a vescicolari, potranno per le medesime cagioni passarne allo stato di vapori puri o perfetti, e quindi la nebbia si vedrà dissipata.

§. 1333. *Os. XV.* Coloro, che si trovano sopra un monte, che da lungi comparisce circondato da nubi, osservano tutti quei fenomeni, che nelle basse valli presenta la nebbia.

§. 1334. *Cor.* Dunque le nubi differiscono dalla nebbia solo per la distanza maggiore, che serbano dalla superficie terrestre, e la differenza nel colore e nell' opacità, che osservasi tra la nebbia e le nubi, vien prodotta dall'essere quella veduta per la luce rifratta, e queste per la luce riflessa.

§. 1335. *Os. XVI.* Le nubi talvolta circondano la vetta di un monte, ed altre volte si trovano al di sopra, presentandola libera, e serena allo sguardo: esse non galleggiano tranquillamente nell' atmosfera, ma partecipano del moto di questa, si dirigono a diverse parti, si elevano e si abbassano. Le nubi più sottili si elevano ad un' altezza poco maggiore di un miglio, e quelle, che son pregne di pioggia e burrascose tendono ordinariamente al basso, poichè sono più dense, e con ciò più pesanti delle altre; ma queste si sollevano di nuovo dopo che han perduta una parte dell' acqua, che contengono, mediante la pioggia, la neve, ec.

§. 1336. *Cor. I.* Adunque le nubi spariscono quando i vapori, che le compongono, si riducono a perfetti, o quando tali vapori condensandosi maggiormente cadono in pioggia.

§. 1337. *Cor. II.* Da quanto si è quassù rapportato si rileva, che qualora i vapori, da cui le nubi son formate, dall' impeto di un vento ne sono spinti gli uni contro degli altri, o contro un monte o una catena di monti, o finalmente ne passino in una regione più fredda dell' atmosfera, essi debbono condensarsi, e ridursi in molecole aquee, le quali, essendo più gravi dell' aria, debbono formare la pioggia. E se le picciole gocce di acqua nelle basse regioni del-

l'atmosfera ne incontrino un gagliardo vento, la più parte di esse riduconsi di bel nuovo in vapori prima di giungere sulla terra.

§. 1338. *Cor. III.* E poichè l'aria trovasi sempre impregnata di maggiore o minor quantità di vapori acquosi; l'è chiaro, che le gocce di acqua, le quali provengono dalle regioni delle nubi, cadendo sulla terra debbano congiungersi alle particelle di vapori, che esse incontrano nei loro sentieri, e convertirle in acqua. Il perchè a misura che è maggiore l'altezza di una nube piovosa al di sopra del luogo, ov' essa si discioglie in pioggia, e maggiore è la quantità dei vapori, che sono nell'atmosfera, più grandi debbono essere le gocce di acqua, che cadono in pioggia.

§. 1339. *Cor. IV.* In oltre, poichè le gocce di acqua, che cadono in pioggia, si uniscono non solo ai vapori, ma eziandio alle esalazioni dei corpi dei tre regni della natura, che sono abbondantemente sparse nell'atmosfera (§. 241.); l'è chiaro, che dopo continuate ed abbondanti piogge l'atmosfera terrestre debba contenere minore quantità di tali esalazioni; e perciò nell'emisfero boreale l'acqua di pioggia è assai rara nei mesi di marzo e di aprile, laddove negli altri mesi essa talvolta trae seco alcune sostanze, che nuotano nell'atmosfera, e da cui hanno origine quelle piogge, che diconsi *prodigiose*, e che dal volgo si credono di zolfo, di sangue, ec. secondo le differenti sostanze, che le di loro acque sembrano contenere.

§. 1340. *Def. VIII.* Chiamasi *rugiada* o *guazza* quell'umidità, che si manifesta sulle piante e sopra altri corpi esposti al cielo aperto in mag-

gior quantità sul far del giorno, che nel principio e nel corso della notte; purchè tanto nell' uno, che nell' altro tempo il cielo sia sereno, e l'aria bastantemente tranquilla, alquanto umida, e non troppo calda, nè troppo fredda.

§. 1341. *Os. XVII.* Se all' aria libera esponansi separatamente una lamina di vetro ed un' altra di metallo, ordinariamente si trova la prima coperta di rugiada, e non già la seconda. Ed una lamina di vetro, che esposta sola all' aria libera ne sarebbe irrorata, non lo è, qualora le si ponga accanto una lamina brunita di metallo. Così pure un luffo di lana s' inzuppa di rugiada assai più copiosamente quando si pone sull' erba, che qualora vien posto sopra un metallo. Ed in parità di circostanze la rugiada si manifesta in maggiore abbondanza sopra i corpi, che si trovano due o tre piedi distanti dalla superficie terrestre, che a distanze minori o pur maggiori.

§. 1342. *Os. XVIII.* Il Wells ha rilevato dalle osservazioni, che i corpi suscettibili di rugiada prima di esserne bagnati hanno una temperatura minore di quella dell' ambiente, la quale è tanto più bassa, per quanto maggiore è la quantità di rugiada, da cui essi corpi in seguito ne sono bagnati. Intanto avendo egli collocato un termometro entro la terra alla profondità di circa un pollice, uno sopra la terra a due in tre piedi di distanza, ed un altro pure al disopra della superficie terrestre alla distanza di venti in trenta piedi; ha rilevato, 1.^o che nelle notti serene il termometro inferiore mostra una temperatura assai maggiore di quella dell' ultimo, e questo una temperatura maggiore di quella del medio, che

la mostra anche più picciola se sia collocato sopra un corpo irrorabile ; 2.^o che queste differenze di temperature dei detti termometri si riducono inverse nel giorno ; 3.^o e che se il cielo sia ingombro di nuvole e burrascoso , i termometri medio ed ultimo mostrano sempre uguali temperature.

§. 1343. *Cor. I.* E poichè la rugiada in parità di circostanze si forma in maggior quantità sopra i corpi , che si trovano due o tre piedi distanti dalla superficie terrestre , che sopra gli altri , che vi si trovano a distanze minori o maggiori , ed in tempo di notte a ciel sereno a picciole distanze dalla terra la più bassa temperatura si rinviene alla distanza di due in tre piedi dalla terra medesima ; l'è chiaro , che la rugiada vien prodotta dai vapori acquosi sparsi nell'aria , i quali cedendo ai corpi , coi quali si trovano in contatto , il calorico , che li ha ridotti allo stato di fluidi elastici , si riducono di bel nuovo in acqua.

§. 1344. *Cor. II.* Il raffreddamento dei corpi giunge al massimo sul far del giorno , e perciò la massima quantità di rugiada si forma allo spuntar del Sole.

§. 1345. *Cor. III.* I corpi , che tramandano molto calorico raggianti , e ne assorbiscono poco , per essere poco deferenti , come i vetri , le piante , ec. , si raffreddano molto , e sopra di essi si forma la massima quantità di rugiada ; laddove si forma picciola quantità di rugiada , o non se ne forma sopra quei corpi , che assai poco si raffreddano , per essere buoni riflettenti del calorico , e quindi cattivi raggianti.

§. 1346. *Cor. IV.* Da quanto si è quassù

rapportato si rileva, che se la temperatura dell'atmosfera dopo essersi formata la rugiada, o nell'atto che si forma si abbassi sino al grado della congelazione, o anche al di sotto, la rugiada dovrà congelarsi, e quindi convertirsi in *brinata*. In fatti si ha la brinata quando si combinano le condizioni necessarie per la rugiada con una notevole diminuzione di temperatura nelle basse regioni dell'atmosfera.

§. 1347. *Cor. V.* In oltre, se i vapori vescicolari, da cui le nubi son formate, ne passino allo stato liquido per cagione di un abbassamento di temperatura, e da tale stato per una nuova diminuzione di calorico ne passino a quello di gelo, si produce tosto la neve, la quale vedesi ad occhio nudo, che consta di picciole stellette per lo più esaedre, le quali si ammucchiano e formano dei gran fiocchi quando la temperatura è alquanto inferiore a quella del gelo in liquefazione. Che se la neve nel cadere incontri la sottoposta aria ad una temperatura alquanto superiore a quella del gelo in liquefazione, essa si liquefa nel discendere, e producesi una pioggia assai fredda. Quindi si rileva per qual ragione talvolta piove nelle basse regioni, allor che nevigia sopra gli alti monti, e per qual ragione nelle regioni calde non nevighi giammai.

§. 1348. *Scol.* Sulle Alpi, ed anche presso la Baja di Baffin, come vien riferito dal Capitano Ross, la neve scorgesi colorita di un bel rosso. Un tal colore credesi dal Peschier e da altri, che ne sia cagionato da una gran quantità di picciolissimi funghi rossi, che vegetano nella neve.

DELLE METEORE ELETTRICHE, E DELLE IGNEE.

§. 1349. *Def. IX.* Chiamansi *meteore elettriche* quelle, nella cui produzione v' influisce il fluido elettrico: e si dicono *meteore ignee* quelle altre, che dallo sviluppo del calorico di talune sostanze ne son prodotte.

§. 1350. *Scol.* Le meteore elettriche sono le *stelle di S. Elmo*, il *fulmine*, da cui ne son prodotti il *lampo* ed il *tuono*, la *grandine*, la *Tromba*, o il *Tifone*, e l'*Aurora boreale*. Le meteore ignee poi sono le *Bolidi*, le *stelle cadenti*, ed i *fuochi fatui*.

§. 1351. Il nome di *stelle di S. Elmo* vien dato a certe fiammelle, che talvolta in forma di stellette, ed altre volte in guisa di pennacchi luminosi si mostrano assai spesso in tempo di lunghe burrasche sopra le punte degli alberi delle navi, sopra i ferri, che sogliono piantarsi sulle cime delle cupole, dei campanili, ec., o sopra altri corpi acuminati, qualora non sieno isolati. Una tal meteora vien prodotta dall'elettricità. Poichè qualora la terra si trova positivamente elettrizzata, il fluido elettrico n'è dalle punte, che sono in comunicazione col suolo, trasmesso nell'atmosfera, onde ristabilire l'equilibrio tra l'elettricità della Terra e quella dell'atmosfera, ed in tal caso quelle punte veggonsi fregiate di pennacchi. Che se l'atmosfera si trovi positivamente elettrizzata, il fluido elettrico n'è dalle punte assorbito e trasfuso nella terra, e quelle punte si veggono fregiate di stellette.

§. 1352. Qualora il fluido elettrico accumulato sopra una nuvola vi si trovi in tal quantità, che ne sia grandemente alterato l'equilibrio tra esso e quello di una nuvola vicina (§. 949.), o della parte più prossima della terra, tal che la tensione sia valevole a squarciare l'aria, che si oppone al suo passaggio; una corrente di quel fluido si scaglierà dalla nuvola positivamente elettrizzata a traverso dell'aria per ristabilire l'equilibrio di esso fluido nelle due nuvole, o nella nuvola e nella Terra. Che se al contrario il fluido elettrico sia in grande abbondanza accumulato in qualche parte della Terra, mentre le nuvole sopraposte sieno negativamente elettrizzate, il fluido elettrico si dovrà scagliare dalla Terra verso le nubi. Ora nell'uno e nell'altro caso chiamasi *fulmine* quel torrente di fluido elettrico, che dalla veemente tendenza a ristabilire l'equilibrio perturbato n'è spinto a traverso dell'aria, o da una nuvola in un'altra, o dalle nuvole verso la terra, o dalla terra verso le nubi (§. 955.). Intanto in ciascuno di questi casi il fluido elettrico comprimendo validamente l'aria, che esso traversa, dee produrre quel chiarore (§. 885.), che dicesi *lampo*, e lo stesso fluido incontrandone nel suo sentiere irregolarmente disposte diverse masse vaporese, che sono più deferenti dell'aria umida, e che per esser molto tenui non bastano ad assorbirlo ed a nascondarlo, dee traversare le stesse masse, e quindi manifestare la luce per sentieri tortuosi. In fatti si forma artificialmente un tortuoso lampo qualora si fa passare la scarica elettrica per una serie tortuosa ed irregolare di picciolissimi frammenti metallici incollati sopra

una lamina di vetro. Il tuono poi è il rumore eccitato dallo squarciamento dell'aria, che si oppone al passaggio del fluido elettrico. La durata di esso vien prodotta sì dalla riflessione del suono sopra gli ostacoli, che questo incontra (§§. 295 e 296.), che dalle disuguali distanze delle differenti parti del sentiere percorso dal torrente elettrico da noi (§§. 291 e 292.) I lampi, che si producono molto lontani da noi, talvolta vengono seguiti da deboli tuoni (§. 285.) ed altre volte appariscono senza che il tuono gli susseguia. Sovente essi sono la luce riflessa dei lampi, che si producono sotto dell'orizzonte.

§. 1353. *Cor. I.* E poichè il fulmine vien formato da un torrente di fluido elettrico, che si scaglia da un luogo verso un altro (§. 955.), esso in parità di circostanze dee condursi per i corpi meno coibenti. Dunque gli edifizii molto alti, i monti, ed in particolare gli alberi posti in luoghi molto elevati, quantunque non sono buoni conduttori del fluido elettrico, pur non di meno essendo meno coibenti dell'aria debbono frequentemente servir di strada alla corrente fulminea, specialmente se trovansi piantati sopra sostanze deferenti, come sono le vene di acqua, gli strati metallici, ec. Ma i metalli, ed in particolare quelli, che terminano in punte, essendo assai deferenti, ed attraendo il fluido elettrico da luoghi alquanto distanti, sono sempre traversati dal fulmine a preferenza degli altri corpi.

§. 1354. *Cor. II.* La materia fulminea dee produrre effetti più o meno poderosi, secondo che maggiori o minori sono gli ostacoli, che

essa incontra nel suo sentiere, cioè secondo che meno o più facilmente essa può scorrere per le sostanze, che è costretta a traversare, per giungere nel luogo dove tende. Quindi veggonsi squarciati i corpi coibenti, rovesciati gli edifizi, sdradicati gli alberi percossi dal fulmine, volatilizzate, fuse, o vetrificate dal torrente fulmineo le sostanze volatili, fusibili, o vetrificabili; come, a cagion di esempio, le sabbie, onde produconsi le *folgoriti*, che sono certe concrezioni semi-vetrificate in forma di tubi irregolari, le quali si rinvencono nelle terre sabbiose dopo che il fulmine vi si è insinuato. Oltre a che qualora i corpi molto deferenti, come sono i metalli, hanno una mole assai picciola in paragone della quantità di fluido elettrico, essi ne vengono fusi, o ossidati, specialmente quando trovansi isolati, o pressochè isolati. Che se quei corpi abbiano una mole alquanto grande, ed una comunicazione non interrotta colla terra per mezzo di corpi molto deferenti, non solo non resteranno in alcun modo alterati dal fluido elettrico, ma condurranno pure un tal fluido tranquillamente nel seno della terra.

§. 1355. La proprietà, che hanno le punte metalliche di attirare il fluido elettrico da una distanza alquanto grande, condusse il Chiar. B. niامينо Franklin all'idea di preservare gli edifizi dai guasti dei fulmini per mezzo dei *conduttori elettrici*, ovvero *parafulmini*; di cui eccone indicata la più sicura costruzione.

§. 1356. Il *parafulmine* consiste in una verga metallica, che suol farsi di ferro, della lunghezza di circa 10 piedi, del diametro di circa un pollice, ed in una delle estremità terminata da una

punta, la quale si forma di platino, ovvero si fa indurata, affinchè non sia soggetta ad ossidarsi. Tal verga di ferro si pone stabilmente colla punta volta al di sopra sulla parte più alta di quell'edifizio, che si voglia garentire dai fulmini, e ad essa vi si attaccano aderentemente dei fili o cilindri metallici del diametro di due in tre linee, che senza la menoma interruzione si portano fino al suolo, ove vanno ad immergersi dentro la terra, e se è possibile comunichino con un filone di acqua, o con un ammasso di circa un metro cubico di carbone. Quella verga poi, ed i fili metallici ad essa congiunti debbono essere verniciati; affinchè se ne impedisca la ossidazione, che di molto diminuisce la differenza del metallo pel fluido elettrico, che dee traversarlo, e che quando giunge ad un certo segno può cagionare i medesimi funesti effetti della interruzione del parafulmine.

§. 1357. Or poichè le punte metalliche hanno la proprietà di assorbire e di trasmettere senza strepito il fluido elettrico dalle nuvole nelle viscere della terra, o dalle viscere della terra nelle nubi, secondo il richiede lo stato elettrico dell'atmosfera; l'è chiaro, che se un fulmine si slanci da una nube lontana, o da un lontano tratto di terra verso l'edifizio guernito del parafulmine per passare nella terra, o nelle nuvole, esso si dovrà condurre senza strepito a traverso del parafulmine, lasciando illeso l'edifizio. Ma dalle sperienze si è rilevato, che l'attività di un parafulmine si estende ad una distanza poco minore di 40 piedi. Dunque se l'edifizio, che si vuol difendere dai fulmini, abbia una grande estensione, convien far uso di molti parafulmini.

§. 1358. Intanto convien quì avvertire, 1.° che se nel luogo, che voglia garantirsi dai fulmini, si contengano materie combustibili, convien situare i fili aderenti al parafulmine alla maggior distanza possibile da quelle materie; 2.° e che i fili aderenti al parafulmine vadano a metter capo sopra un filone di acqua, o sopra qualche corpo deferente di grande estensione, affìn di evitare il caso di un fulmine ascendente, che potrebbe prodursi per l'accumulazione di notabile quantità di fluido elettrico in uno spazio non molto esteso.

§. 1359. *Os. XIX.* Nei luoghi delle zone temperate sul finir della primavera e nell'estate suol cadere la *grandine*, la quale è preceduta da temporali, che per lo più cominciano di giorno, e nelle ore più calde. In questi temporali il Cielo per lo più vedesi coperto di nubi irregolarmente disposte in differenti strati, le quali si mostrano alternativamente cariche di elettricità positiva e negativa, cangiandone lo stato elettrico con tal rapidità, che il Volta notò in esse 14 cangiamenti di elettricità nel tempo di un minuto primo. E quantunque in tali temporali molto spesso si veggano dei lampi, e si odano dei tuoni; pur non di meno di rado cadono i fulmini sulla Terra. Le nuvole grandinose appaiono di color cinerino, e taluni asseriscono di aver qualche volta inteso prima della caduta della grandine come un rumore di molte noci, che si urtino tra loro. I grani della grandine talvolta sono picciolissimi, ed altre volte hanno il peso di molte once. Ma qualunque sia la grandezza di essi, si trovano sempre formati da un nucleo bianchiccio, che è un fiocchetto di neve, come

lo dimostra la sua picciola consistenza, e su questo nucleo sono incrostatì diversi strati di ghiaccio più o meno trasparenti, che talvolta sono assai duri.

PROP. IX. PROBL.

§. 1360. *Esporre la più soddisfacente spiegazione del modo, onde si forma la grandine.*

Sol. Tra le ipotesi dai Fisici ideate per ispiegare il modo, onde si forma la grandine, la più soddisfacente sembra essere la seguente, che fu proposta dal Chiaris. Alessandro Volta.

L' altezza delle nubi grandinose è sovente assai picciola, come si rileva dal brevissimo tempo, che decorre dall'apparizione del lampo in dette nuvole, e quello, in che si ode il tuono. A tale altezza quando han luogo le grandinate la temperatura spesso ascende a 17 in 18° del termometro centigrado. Ma la forza dei raggi solari, che percuotono la novola burscosa, la rarità e siccità dell'aria, che soprasta ad essa, e la disposizione dei vapori vescicolari a ridursi rapidamente a perfetti possono produrre un'abbondante evaporazione (§. 792.), e quindi un freddo assai intenso (§. 794.), specialmente se da tutte le indicate cagioni si ecciti una corrente di aria. Or se nei temporali grandinosi le nuvole sieno in un solo strato, esse si troveranno negativamente elettrizzate (§. 941.), mentre i vapori perfetti, che si son sollevati al di sopra, si trovano positivamente elettrizzati (§. 942.). Il perchè se la superficie superiore delle nuvole per cagione dell'evaporazione si trovi raffreddata in modo che si formino dei piccioli fiocchetti

di neve, tali fiocchetti ne saranno attratti dai vapori perfetti, che sono al di sopra, e che si trovano positivamente elettrizzati (§. 865. n.º 3.º). Quindi essi assorbendo il fluido elettrico da tali vapori (§. 841.), e divenendo perciò positivamente elettrizzati, ne saranno di bel nuovo respinti sulle nuvole negativamente elettrizzate (§. 865. n.º 3.º), cui trasfonderanno il fluido elettrico assorbito da quei vapori, e si ridurranno di nuovo nello stato di elettricità negativa. Ma nella loro discesa dai vapori sulle nuvole incontrandone altri fiocchetti di neve, si dovranno ad essi unire, e perciò s'ingrosseranno. Il perchè trovandosi tali fiocchi negativamente elettrizzati dovranno di bel nuovo montare a quell'altezza, ove sono i vapori perfetti, e di poi discendere sulle nuvole, ed in ciascuna discesa ad essi dovranno unirsi dei piccioli fiocchetti di neve, che incrostandosi intorno a quei primi fiocchetti, li ridurranno sotto forme più o meno regolari, secondo che più o meno regolarmente abbiano avuto luogo gli accozzamenti cogli altri fiocchetti. Onde allor che i pesi di quelle masse di gelo ne divengono tali, che non possono essere più sostenuti dalle ripulsioni elettriche, esse debbono cadere sulla Terra in forma di grani di grandine.

Che se nei temporali grandinosi le nuvole si trovino in due o più strati, quelle, che sono nel supremo strato, si dovranno raffreddare per cagione dell'evaporazione prodotta dall'azione del Sole sopra di esse, e dovranno divenirne negativamente elettrizzate. Onde se le nubi del sottoposto strato si trovino positivamente elettrizzate, i piccioli fiocchetti di neve, che si formano nel supremo strato, dovranno esserne attratti

dallo strato inferiore, e di poi respinti verso il superiore, ed in ciascuna salita dovranno essi incrostarsi di altri piccioli pezzetti di gelo, fino a tanto che divenendone le intiere masse alquanto grandi, i pesi di esse non potranno esserne più vinti dalla ripulsione elettrica, e quindi dovranno cadere sulla terra sotto forma di grani di grandine.

Or la rapportata ipotesi del Volta intorno alla formazione della grandine ne viene avvalorata non solo dagli alternativi cangiamenti dell' elettricità nelle nuvole grandinose, dal rumore, che taluni hanno udito prima della caduta della grandine, e dai fiocchetti di neve, che trovansi nel mezzo dei globi di grandine (§. 1359.), ma eziandio dalle osservazioni di alcuni viaggiatori areostatici, che traversando le nuvole, hanno talvolta trovati dei grani di neve o di grandine saltellanti sopra le nubi medesime.

Che se talvolta cade la grandine anche in tempo di notte, come sempre avviene, al riferir di Humboldt, nelle valli, che sono presso ai gran fiumi di America, ciò può nascere dell' esservi per lo meno due strati di nuvole, di cui il superiore raffreddandosi in tempo di notte, e quindi abbandonando gran quantità di fluido elettrico, tal fluido dovrà scagliarsi sullo strato inferiore di esse nubi. Il perchè questo dovrà divenirne positivamente elettrizzato, mentre il primo trovasi negativamente elettrizzato. Onde per lo raffreddamento dello strato superiore di nuvole, e pei differenti stati elettrici dei due strati di nuvole si potrà produrre la grandine nello stesso modo, che quassù si è indicato. Nè alla esposta ipotesi del Volta le si oppone l'osserva-

zione del Canonico Bellani , che talvolta negli alti monti la grandine trovasi di minor peso , che nelle basse regioni ; poichè essa nella sua caduta ne dee notabilmente raffreddare quegli strati di aria , che traversa , e quindi ridurre in gelo i vapori vescicolari , che incontra , ed unirsi ad essi.

§. 1361. *Os. XX. La tromba, il tifone, o la bufèra* è un fenomeno spaventevole , e capace di produrre dei grandi sterminii. Essa ordinariamente comincia da una nuvola non molto grande , la quale s'ingrossa molto in poco tempo , e diviene un ammasso di vapori , simile ad una grande nuvola molto folta , che si allunga da sù in giù , o da giù in sù sotto forma di colonna cilindrica , o di cono rovesciato , che è propriamente la tromba , e che talvolta restando fissa , e talvolta passando rapidamente da un luogo ad un' altro , n'è agitata da violento moto vorticoso , e diviene atta a sommergere i vascelli , a sdradicare gli alberi più robusti , a rovesciare le case , e tutto ciò che trovasi esposto al suo urto. Essa fa sentire un rumore molto simile a quello del mare burrascoso. Spesso vedesi investita ed accompagnata da tratti luminosi , non che da baleni , e da tuoni , che escono dal suo seno. Spesso intorno alla bufèra cade molta pioggia , e talvolta anche la grandine.

§. 1362. *Os. XXI. I tifoni* di rado si mostrano in terra , ma sono assai frequenti sul mare. Onde i Marinari , affin di evitare i gravi danni , che essi potrebbero cagionare , fanno tutti gli sforzi per allontanarsene ; e quando non possono evitare di avvicinarsi ad essi , cercano di romperli e farli dileguare , tirandogli contro delle cannonate a palle.

§. 1363. *Scol. I.* Le trombe si distinguono in *discendenti*, ed *ascendenti*. Le trombe discendenti sono quelle, che si portano dalle nuvole verso la Terra, o verso il Mare, e le discendenti sono quelle, che si portano dal mare verso le nuvole.

§. 1364. *Scol. II.* Molte ipotesi sono state ideate dai Fisici per ispiegare in che modo si formi il tifone, e da quali cagioni vengono prodotti i fenomeni, che esso presenta. Ma poichè niuna di quelle ipotesi soddisfa pienamente alla spiegazione dei medesimi fenomeni, niuna di esse merita di essere esposta; e solo può asserirsi, che nella produzione del tifone vi debba aver parte il fluido elettrico (§. 1361.).

§. 1365. *Os. XXII.* L'*aurora boreale* è uno splendore, che talvolta nei luoghi, di cui le latitudini settentrionali sono alquanto grandi, comparisce verso il nord poggiarsi sopra una nube oscura della figura di un segmento circolare terminato dall'orizzonte, e di cui il punto medio sembra trovarsi nel meridiano magnetico. Tale splendore circonda la parte superiore della nuvola sotto la forma di un anello luminoso, che talvolta vien formato da una luce rossa. Da questo arco di tratto in tratto partono dei fasci di luce per direzioni divergenti, i quali talvolta si estendono fino allo zenit, ed essi formano una specie di corona, il cui centro sembra, che si trovi nel prolungamento dell'asse di un ago magnetico liberamente oscillante (*fig. 13.*). Alcune aurore boreali producono anche un rumore simile a quello, che vien prodotto da una corrente di aria. Nei paesi posti a grandi latitudini l'*aurora boreale* comparisce più ampia, e più

bella, che negli altri situati a latitudini minori. In alcuni anni essa comparisce più spesso, che in altri, e si crede, che questo fenomeno abbia un determinato periodo. Esso manifestasi ancora verso il polo australe, quantunque meno frequentemente.

§. 1366. L'aurora boreale non manifesta alcun movimento da levante a ponente, come il manifestano gli astri. Dunque essa dee muoversi intorno all'asse terrestre insiem colla Terra, e dee avere la sua sede nell'atmosfera. In oltre poichè all'apparir dell'aurora boreale gli aghi magnetici van soggetti ad irregolari oscillazioni, le quali non si manifestano in quegli aghi, che non sono calamitati; l'è chiaro, che il fenomeno dell'aurora boreale è molto analogo allo sviluppo dell'elettricità, e quindi che l'elettricismo dee aver parte alla formazione di esso. Dunque l'ipotesi colla quale si può facilmente spiegare la formazione di questa meteora sembra essere la seguente.

§. 1367. I vapori, che dalle acque delle regioni equatoriali si sollevano nell'atmosfera, per esserne continuamente riscaldati dal Sole, si riducono ben presto a perfetti; e quindi acquistandone una gravità specifica assai minore di quella dell'aria, s'innalzano nelle sublimi regioni dell'atmosfera, ove unitamente all'aria fluiscono porzione verso un polo e porzione verso l'altro; ma in maggior quantità verso quel polo di contraria denominazione della declinazione del Sole, o sia in maggior quantità verso quel polo, che trovasi nelle tenebre (§. 1294.), ed ove regna il massimo freddo. Onde tali vapori condensandosi per cagione della diminuzione di tempera-

tura, che ivi subiscono, o seguendo il movimento verso il polo, debbono formare una nuvola, la quale, per essere formata da vapori assai condensati, dee trovarsi assai bassa. Or quei vapori nel condensarsi debbono rigettare il fluido elettrico, che essi assorbono passandone dallo stato liquido a quello di vapori perfetti (§. 944.), ed un tal fluido dee manifestarsi a guisa di torrenti di luce separati e sparsi nelle regioni dell'atmosfera, ove l'aria trovasi meno densa di quella, che respiriamo. (§. 856.)

§. 1368. *Os. XXIII.* I *fuochi fatui* sono certe fiammelle, che nei paesi caldi veggonsi in tempo di notte risplendere con luce più o meno chiara nei luoghi umidi, e dove trovansi sostanze animali in putrefazione. Essi errano per ordinario irrequieti or quà or là per le più basse regioni dell'atmosfera, e con movimenti irregolari. Talvolta si riuniscono in una sola fiamma, e di poi si separano. Talvolta si allargano, ed altre volte si restringono. Spesso essi risplendono senza ardere, e talvolta infiammano i corpi combustibili, che incontrano nei loro sentieri.

§. 1369. *Scol.* Verisimilmente i fuochi fatui son prodotti dal gas idrogene fosforato, che successivamente si sviluppa in diversi punti, ed in differenti quantità, e che trovandosi in contatto dell'aria si accende. Qualora quei fuochi risplendono senz' alcuna interruzione, il gas idrogene fosforato, che si consuma nella combustione, ne vien rimpiazzato da quello, che si sviluppa dalle sostanze, le quali han somministrato quello, che si è già consumato. In oltre per cagione delle correnti di aria le fiammelle ora si elevano, ora si abbassano, ora si separano, ed ora si uniscono a formare una sola fiamma.

§. 1370. Chiamansi *stelle cadenti* quei globetti dello splendore e diametro di una stella di prima, o di seconda grandezza, che specialmente nelle notti estive veggonsi strisciar rapidamente per le più elevate parti dell'atmosfera, quasi sempre da sù in giù, senza mai giungere fino alla terra, lasciando dietro di se una striscia lucida, la quale ben tosto si dilegua. Esse talvolta compariscono sì frequentemente, che il Brandes in una quinta parte del cielo ne osservò 480 in una sola notte, ed altre volte esse compariscono assai di rado. Il numero di esse però sembra seguire gli andamenti delle stagioni.

§. 1371. Il Canonico Bellani considera le stelle cadenti come accensioni di sostanze simili alle fosforiche, le quali per picciola compressione, che gli si arrechi, s'inflammanno, ed acquistando una gravità specifica maggiore di quella, che prima avevano, discendono nelle parti inferiori dell'atmosfera, qualora la forza di un vento non è valevole a spingerle orizzontalmente, o nelle regioni più elevate.

§. 1372. La *bolide* è un globo lucidissimo del diametro apparente talvolta assai piccolo, ed altre volte uguale ed anche maggiore di quello della Luna. Esso manifestasi per lo più a ciel sereno indipendentemente dall'ora del giorno, dal clima, e dalla stagione, e ad un'altezza sì grande, che si può contemporaneamente vedere da luoghi molto distanti. Un tal globo muovesi con grandissima celerità da sù in giù per una linea più o meno inclinata all'orizzonte, e spesso talmente irregolare, che sembra percorsa in virtù di successivi rimbalzi. Esso tramanda fiammelle, e fumo; si trae dietro una

coda luminosa e scintillante, si dilegua spesso con forte esplosione, la quale talvolta è accompagnata e seguita da gran rumore di qualche durata, ed altre volte dileguasi anche senza rumore; ma nel dileguarsi lascia un intensissimo odore di zolfo.

§. 1373. Le bolidi sovente spariscono senza lasciare alcun segno della loro esistenza, come le stelle cadenti, ed altre volte si screpolano con gran rumore, e precipitano a terra alcune pietre, che diconsi *pietre meteoriche*, o *meteoroliti*, le quali cadendo con grandissima velocità sulla terra spesso si profondano per alquanti piedi sotto il terreno, quando non sia molto duro. Tali pietre si sono talvolta raccolte ancora fumanti, se n'è determinato il peso, che in alcuni casi si è trovato di 15 libbre, in altri di 20, ed in altri di 50 e più libbre; laddove la gravità specifica di esse si è trovata tra 3, 5 e 4, 28, posta la gravità specifica dell'acqua uguale ad 1.

§. 1374. Le meteoroliti hanno una figura tondeggiante con alquante cavità e prominenze, e sono esternamente coperte di una crosta di color bruno. Esse sono meccanicamente formate da un gran numero di piccioli corpicciuoli sferici, che scintillano sotto i colpi dell'acciajo, da alcuni frammenti granulosi, che facilmente si riducono in polvere nera, da qualche poco di ferro in istato metallico, e da una sostanza grigia di consistenza terrosa, che fa le veci di cemento per riunire le diverse parti. Ma le analisi chimiche han fatto conoscere, che esse, eccetto alcune differenze, sono composte di silice, ferro, zolfo, niccolo, cromo, magnesia, argilla,

calce , cobalto , maganese , soda , carbonio , ed acido muriatico.

§. 1375. Intorno all' origine delle meteoroliti sonovi molte opinioni tra se discordi. Alcuni le hanno considerate come Satelliti della Terra , che muovendosi con grandissima celerità ed incontrandone l' atmosfera terrestre , debbano deviare dalle loro direzioni, e piombare sulla Terra. Altri le considerano come prodotte dalle eruzioni vulcaniche , o come sostanze disperse nell' atmosfera : ed altri finalmente come provenienti dai vulcani , che credonsi esistere nella Luna. Or quantunque ciascuna di queste ipotesi sia soggetta a grandi difficoltà ; non di meno di esse sembra doversi preferire quella, secondo la quale le pietre meteoriche si formano nell' atmosfera poco prima della loro caduta nel seguente modo. Dai differenti corpi dei tre regni della natura si sollevano continuamente nell' atmosfera diverse sottilissime particelle , e nell' eruzioni vulcaniche si trasmettono pure nell' atmosfera immense quantità di principii aeriformi , e colonne di fumo , le quali certamente non contengono semplici vapori aquei , nè gas chimicamente puri. Tali sostanze ondeggiando nell' atmosfera si possono avvicinare a segno , che si rendano sensibili almeno le affinità scambievoli di alcune di esse. Onde formandosi da queste una sola massa con isviluppo di calorico e di luce , dovrà tal massa esercitare un' energica affinità sulle altre particelle ancora ondeggianti , che per tal ragione si andranno immediatamente ad unire ad essa con altro sviluppo di calorico e di luce. Il perchè l' intiera massa di già formata dovrà discendere sulla superficie terrestre assai infuocata , e con

grandissima celerità. Intanto l'aspetto granelloso, e simile ad una massa agglutinata, che presentano le pietre meteoriche, le linee irregolari, che esse percorrono (§. 1372.), e le sostanze eterogenee (§. 1374.), di cui si trovano formate, rendono la rapportata ipotesi preferibile ad ogni altra, che sia stata proposta per lo stesso soggetto.

C A P. VII.

DEI TREMUOTI, E DELL'ERUZIONI VULCANICHE.

§. 1376. *Def. X.* Quella scossa più o meno violenta, onde talune parti del nostro globo ne sono spostate di una maniera più o meno sensibile, chiamasi *tremuoto*.

§. 1377. *Scol.* Di tutti i fenomeni naturali non evvene alcuno, i cui effetti sieno più terribili e più estesi di quelli prodotti dai tremuoti. Da essi proviene, che la superficie del nostro globo subisce i più rimarchevoli cangiamenti, e le più terribili catastrofi; per essi di moltissimi luoghi non ne scorgiamo più che le ruine e gli avanzi; da essi il mare vien sollevato dal suo immenso fondo, le montagne ne vengono squarciate, provincie intiere restano profundate nel seno della Terra, o subissate sotto le acque, ed altri luoghi, che trovavansi sotto le acque, vengono posti a secco; da essi i fiumi talvolta cangiano i loro corsi, nuove isole appariscono, altre si profundano nel seno del mare, ec. Avvenimenti così funesti, ai quali la Terra è stata sempre soggetta in tutte le parti, dopo avere spaventati gli uomini, hanno anche eccitato in

essi la curiosità, e li hanno indotti ad indagarne la cagione, che li produce.

§. 1378. La Terra in moltissimi luoghi è riempita d'immensi strati di carbon fossile, di zolfo, di allume, di pirite, ec., le quali sostanze sono atte ad eccitar le combustioni ed alimentarle. In fatti l'esperienza fa conoscere, che le sostanze bituminose ed alluminose, che trovansi nelle mine di allume e di carbon fossile, dopo essere state ammassate ed esposte al Sole ed alla pioggia, si accendono da loro stesse, e manifestano la fiamma. Or le osservazioni dei naturalisti ne fanno conoscere, che nelle viscere della Terra vi si trova tanto maggior quantità di acqua, quanto maggiore n'è la profondità. Dunque se l'acqua, che è contenuta in qualche sotterranea cavità, facciasi strada a traverso di qualche fessura in altro luogo, ove trovansi le dette sostanze, queste umettandosi si riscaldano e s'inflammanno. Onde l'acqua in tal caso parte si decompone e parte si riduce in vapori per l'azione del calore: l'ossigene, che vien somministrato dalla porzione decomposta, aumenta maggiormente l'inflammazione di quelle sostanze, che non sono per anco del tutto bruciate, ed accorrendo in quel luogo altra quantità di acqua, questa ne sarà immediatamente ridotta in vapori, la cui forza espansiva è assai poderosa. Dunque si può concepire, che l'acqua ridotta istantaneamente in vapori nelle cavità della Terra faccia sforzo per uscirne, e non trovando libero il passaggio, sollevi gli ostacoli, che gli si presentano, e produca gli spostamenti delle parti superiori della Terra, che si fanno sentire fino a grandi distanze. Ma quei vapori

in che l'acqua si riduce attaccandosi alle pareti delle cavità, nelle quali si formano, e che essi non possono sollevare, ne sono di bel nuovo condensati, e quindi trasmettono agli strati superiori della Terra quella quantità di fluido elettrico, che assorbirono passandone dallo stato liquido a quello di vapori (§. 944.). E quindi si concepisce per qual ragione le raccolte anticipino, e sieno più ubertose negli anni, in cui abbia avuto luogo il tremuoto (§. 925.).

§. 1379. *Def. XI. Vulcani* si chiamano alcune montagne, che di tempo in tempo vomitano dai loro seni fumo, fiamme, ceneri, pietre, e torrenti bruciati di materie fuse, e vetrificate. Tali sono il monte Vesuvio, il monte Etna, il monte Ecla, ec.

§. 1380. La combustione di quegli enormi ammassi di bitume (§. 1378.), che trovansi nelle viscere della Terra produce i vulcani. Gli strati di carbon piritoso danno ad essi principalmente origine: la decomposizione dell'acqua sulle piriti produce di calore, e quindi la fiamma ed una gran quantità di gas idrogeno, il quale fa sforzo contro gli ostacoli, che lo circondano, e finisce collo squarciargli e rompergli; quindi la fiamma si manifesta dalle aperture.

§. 1381. I Vulcani, a somiglianza dei tremuoti, sono dovuti alle combustioni sotterranee alimentate dall'aria, e di cui la forza viene aumentata dall'acqua. Essi debbono essere riguardati come le strade, per le quali la Terra caccia fuori le materie bruciate, che divorano il suo seno. Tali strade forniscono un libero accesso all'aria, e senza di esse si avrebbero i più frequenti e terribili tremuoti.

§. 1382. Non esistono fenomeni più sorprendenti di quelli, che presentano i vulcani. Alcune volte dopo una violenta eruzione le materie combustibili si esauriscono, ed il vulcano cessa di vomitare, fino a che nel suo interno venga ammassata un'abbastanza gran quantità di simili materie per eccitare una nuova eruzione. In tal guisa il fuoco trovasi nascosto qualche volta per un gran numero di anni nei golfi profondi, che sono dentro la montagna, e vi bisognano altre circostanze, che lo mettano in azione. Talvolta accade, che i vulcani dopo aver date molte eruzioni per molti secoli, cessano di più darne. Il che avviene probabilmente dall' essersi esaurite le materie, che sostengono la combustione, o che esse si hanno fatta altra strada formando un nuovo vulcano.

§. 1383. L'eruzioni vulcaniche sono talvolta annunziate da rumori sotterranei simili a quelli del tuono, da sibili spaventevoli, e da uno squarciamiento interno, da cui la Terra n'è scossa fin dalle fondamenta. Questi fenomeni durano fino a che i fluidi elastici, che si formano in quelle combustioni, acquistano forza bastante a rimuovere gli ostacoli, che gli circondano, ed allora segue l'eruzione. Le materie infiammate, simili ai razzi volanti, ne sono spinte per tutte le direzioni fino a grandissime distanze, ed escono con empito dal cratere della montagna. Si veggono talvolta sortire dei macigni di una enorme grandezza, che dopo essere stati sbalzati ad una grande altezza ricadono, e rotolano pel pendio della montagna. Nell'eruzione del Vesuvio accaduta nell'anno 1759 una pietra di dodici piedi di altezza e quattro di circonferenza fu

sbalzata ad un quarto di miglio di distanza dal cratere.

Nell'eruzioni i campi, che son presso al vulcano vengono coperti di cenere, di sabbia cocente, e di pietre pomici. Sovente i fianchi della montagna si aprono tutto ad un tratto per lasciarne uscire dei torrenti di materia liquida e bruciata, che inondando le campagne, bruciano e distruggono gli alberi, i campi, e gli edifizii, che si trovano sul loro sentiere.

La storia ci fa conoscere, che nell'eruzione del Vesuvio accaduta sotto l'impero di Tito le ceneri giunsero nell'Egitto, nella Libia, e nella Siria. Il Chiaris. Giovanni Alfonso Borelli ha calcolato, che il monte Etna nell'eruzione, che ebbe luogo nell'anno 1669 vomitò tal quantità di materia da riempierne allo spazio di 93838750 passi cubici. Questo esempio basta a farci intendere gli effetti prodigiosi dei vulcani.

§. 1384. L'eruzioni vulcaniche non hanno sempre la stessa durata, nè lo stesso grado di violenza; il che dipende dall'abbondanza delle materie infiammate e da differenti circostanze proprie ad aumentare o a diminuire l'azione del fuoco. Spesso si veggono vulcani vomitare dal loro seno ruscelli di acqua bollente, pesci, conchiglie, ed altri corpi delle vicine rive. Nell'eruzione del Vesuvio, che ebbe luogo nell'anno 1631, questo monte vomitò dal suo seno fiumi di acqua salata, che inondarono le vicine campagne. Nell'eruzioni di alcuni vulcani dell'America spesso nell'acqua salata vi si trovano pesci delle vicine rive. Dalle quali cose si rileva esservi una comunicazione tra i vulcani ed il mare.

§. 1385. Le montagne non sono sempre la

sede dell'eruzioni dei fuochi sotterranei: poichè talvolta si è veduto uscire dal fondo del mare il fuoco con scogli bruciati, pietre pomici, ceneri, ed altre materie, che hanno formate delle isole nei luoghi, ove prima vi erano delle acque. In tal modo venne formata l'isola di Santorino. Un fenomeno simile accadde nell'anno 1720 presso l'isola di S. Michele, ch'è una delle A-zori. Nella notte tra li 7 e li 8 Dicembre tutto ad un tratto sorlì dal fondo del mare una quantità prodigiosa di pietre, di sabbia, e di materie bruciate, che formarono una nuova isola accanto alla prima, la quale fu quasi intieramente rovesciata.

§. 1386. I fuochi contenuti nel seno della Terra non agiscono sempre colla stessa energia. Spesso essi bruciano senza rumore, e manifestano la loro presenza per mezzo delle sorgenti di acqua calda, che vedesi uscire da taluni luoghi della superficie terrestre, e dei bitumi liquidi, che ivi si manifestano.

§. 1387. Alcune volte incontransi nella superficie della terra alcuni luoghi, che bruciano impercettibilmente. Di tal natura si rinviene nel Delfinato un terreno, che senza essere bruciato visibilmente non lascia di accendere la paglia, e le legna, che vi si gettano. Un terreno simile, ma di una più grande estensione, si trova in Persia presso Baku, e di simil natura può dirsi che sia la nostra Solfatara.

F I N E.

BN 613246



INDICE

LIBRO DECIMO

DELLE SOSTANZE SEMPLICI PONDERABILI, CHE SI DEB-
BONO CONOSCERE PER ESIBIRE LE SPIEGAZIONI
DI MOLTI FENOMENI NATURALI.

CAP. I. <i>Nozioni preliminari.</i>	Pag.	3
CAP. II. <i>Dell'ossigene, dell'idrogene, e dell'azoto.</i>		12
CAP. III. <i>Del carbonio, del fosforo, e dello zolfo.</i>		23
CAP. IV. <i>Di alcune combinazioni dell'os- sigene colle altre sostanze semplici considerate nei due precedenti Cap.</i>		28
CAP. V. <i>Di alcune combinazioni dell'idro- gene col carbonio col fosforo, e collo zolfo.</i>		35

LIBRO UNDECIMO

DELLA NATURA DELL'ARIA E DELL'ACQUA, E DELLA
COMBUSTIONE.

CAP. I. <i>De' principii componenti dell'aria e di alcune proprietà dello stesso fluido.</i>		42
--	--	----

CAP. II. <i>Delle cagioni, che rendono l'aria più o meno insalubre.</i>	Pag. 46
CAP. III. <i>Delle proprietà dell'acqua nello stato liquido, e della natura di essa.</i>	53
CAP. IV. <i>Dell'ebollizione dell'acqua, e dei vapori di essa.</i>	59
CAP. V. <i>Dei fenomeni della congelazione dell'acqua.</i>	69
CAP. VI. <i>Dell'origine delle sorgenti, dei fiumi, dei laghi, e delle paludi.</i>	79
CAP. VII. <i>Della combustione.</i>	87

LIBRO DUODECIMO

DELLE METEORE, DEI TREMUOTI, E DELL'ERUZIONI VULCANICHE.

CAP. I. <i>Del calore del clima.</i>	96
CAP. II. <i>Della pressione atmosferica.</i>	106
CAP. III. <i>De' venti.</i>	114
CAP. IV. <i>Delle meteore, che vengono prodotte dalle modificazioni, che subisce la luce degli astri nell'atmosfera</i>	126
CAP. V. <i>Delle Meteore acquee.</i>	138
CAP. VI. <i>Delle meteore elettriche, e delle ignee.</i>	146
CAP. VII. <i>Dei tremuoti, e dell'eruzioni vulcaniche.</i>	162

		ERRORI	CORREZIONI
<i>Pag.</i>	<i>verso</i>		
104	23	dell' esservi	dall' esservi
155	4	le discendenti	le ascendenti





Tab. Unica.

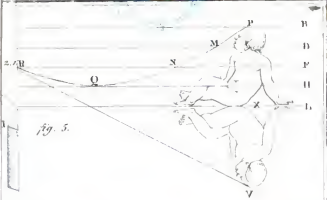


fig. 1.



